Proyectar es fácil

Construcción

ediciones AFHA

Proyectar es fácil

Método ideado para aprender dibujo técnico por sí mismo

Proyectar es fácil

tomo I

Construcción



El método de dibujo técnico comprende los siguientes títulos:

proyectar es fácil - dibujo técnico (tres tomos)

proyectar es fácil - proyectista en mecánica (tres tomos)

proyectar es fácil - proyectista en construcción (tres tomos)

C/. Maestro Nicolau, 4 Barcelona (6)
Duodécima edición: Primer trimestre 1976
Depósito Legal: B. 49.943-1975 (VII)
ISBN 84-201-0278-4 Obra completa
ISBN 84-201-0033-1-Tomo 7
Impreso en España
Printed in Spain
Impreso por EMOGRAPH, S. A.
Almirante Oquendo, 1-9 Barcelona (5)

prólogo

Ponemos a la consideración del lector este primer volumen dedicado a la enseñanza de cuantas materias requiere la formación de un Proyectista en Construcción dentro de nuestro tratado PROYECTAR ES FÁCIL. El lector verá, leerá y juzgará una labor de equipo dirigida, no tanto a formar delineantes, como a formar hombres o mujeres con criterio.

Interesa delinear a la perfección, es cosa cierta, y en nuestro tratado no se ha desestimado este factor profesional; mas, habida cuenta de que en construcción casi todo gira alrededor del objetivismo del arquitecto, que es quien determina cómo quiere que se presenten los planos que salen de su estudio, hemos creído oportuno enfocar la formación del proyectista apoyándonos en el conocimiento de las técnicas constructivas, de los materiales y de las formas que de ellos se derivan.

Una cosa es delinear a la perfección y otra distinta ser capaz de intervenir en un proyecto, aunque tal intervención quede circunscrita a las atribuciones propias del Delineante Proyectista. Interpretar los croquis de un arquitecto, pasar en limpio, es trabajo de delineante. Contribuir a la formación del proyecto, es labor más interesante. La perfección de unos planos de arquitectura depende de los dos factores apuntados: el dominio alcanzado en el oficio de la delineación y el conocimiento de las técnicas y formas arquitectónicas. Cuando se conjugan ambos conocimientos, surge el proyectista.

Pues bien; con este primer volumen dedicado a la construcción abrimos un extenso panorama, un amplio programa de conocimientos capaces de dar al lector una visión de conjunto pero suficiente de cuantas materias deben contribuir a formar en él esta persona de critenorio que pregonábamos al principio. Una extensa introducción pretende poner de relieve la gran importancia profesional del proyectista en construcción, para llevar al lector directamente a lo que será motivo de estudio y de crítica a lo largo de este volumen y de los dos que le siguen: las técnicas constructivas y los criterios estéticos y funcionales que deben condicionar toda obra de arquitectura. Función y belleza; esta es la dualidad conceptual que informará la labor del proyectista.

En este primer volumen aparecerán ante usted las técnicas de la construcción que debemos considerar tradicionales —piedra y ladrillos— así como la que ha representado, por derecho propio, la consagración de la moderna arquitectura: nos referimos al hormigón armado. Estas técnicas se estudian no sólo desde un estricto punto de vista estructural, sino haciendo patente las posibilidades estéticas que cada una de ellas es capaz de proporcionar en virtud de la propia naturaleza del material empleado.
La construcción de edificios es también un problema de espacios, de dimensiones, de construir pensando en el hombre. Por ello en estas páginas se ha dado una importancia capital al estudio del hombre como unidad de medida, determinante de las dimensiones óptimas de los espacios habitables. La arquitectura es una función social que no puede desligarse del hombre, de sus necesidades personales y sociales.
Si el lector obtiene una noción concreta de la tecnología de la construcción, consideraremos que hemos conseguido la mitad de nuestros propósitos. Si, además, se familiariza con las múltiples cuestiones de orden sicológico, social y económico que deben considerarse al concebir y desarrollar un proyecto, habremos colmado nuestras ilusiones. Para conseguirlo hemos trabajado en los capítulos de esta obra que, lo repetimos, es el resultado de una labor de equipo puesto al servicio de la enseñanza.

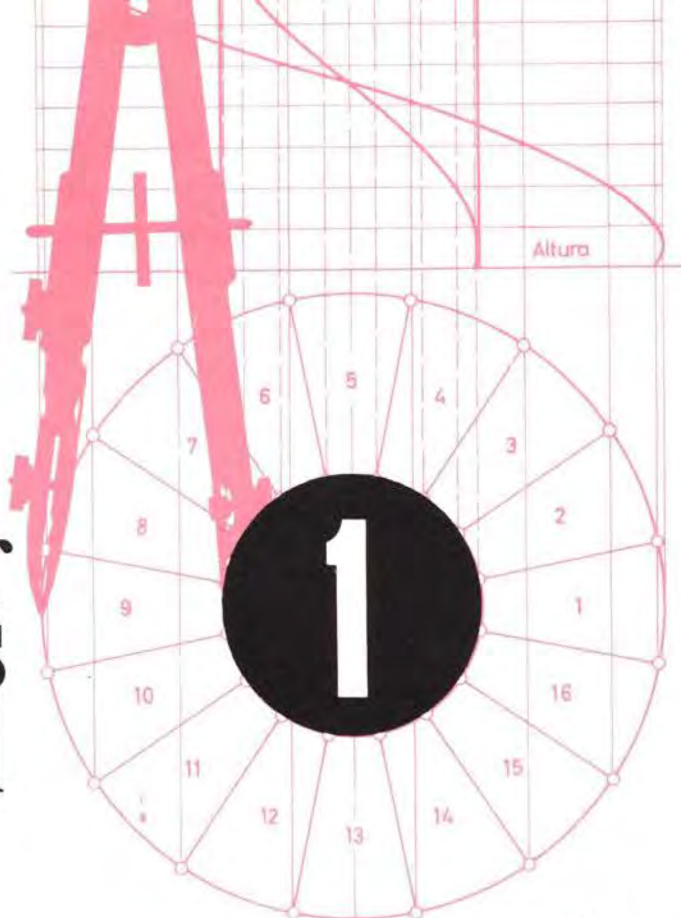
Los Editores

índice

DC 16

DG 33

Proyectar es fácil





AFHA

CONSTRUCCION

Lección 1
TECNOLOGIA

El plano topográfico
Curvas de nivel

Lección 1
MATERIALES Y ELEMENTOS

Materiales metalicos y uniones

Lección 1
PROYECTOS

Constantes que influyen en el proyecto

Lección 1
PRACTICAS DE DIBUJO

Orientación en el plano

Realización de un proyecto

Introducción

No hay nadie que al decidir su profesión desconozca lo esencial de cuanto a ella se refiere. Así, pues, es cosa segura que usted, lector amigo, al enfrentarse con esta primera lección de una obra escrita para la formación de delineantes proyectistas especializados en la construcción, sabe con mucha aproximación en qué consiste la actividad profesional propia de quien en su tarjeta profesional puede estampar estas palabras: Proyectista en Construcción.

Pero este conocimiento de la profesión que se acepta por vocación es muchas veces incompleto; y no precisamente en lo que concierne a la técnica u oficio, que se aprenden gracias a un estudio ordenado y metódico, sino que empieza por ser insuficiente el concepto que se tiene de la materia central que ha dado origen a la profesión misma.

En nuestro caso, podemos decirle lo que usted ya sabe: que su actividad profesional se desarrollará en el campo de la arquitectura.

Eso que tan fácil es decir, esta afirmación que constituye el conocimiento de que hemos empezado hablando, motiva una serie de consecuencias que valoran de modo extraordinario el campo profesional en que deberá moverse. Porque, es evidente, el valor de toda actividad humana depende de dos factores: un factor objetivo, que es el tema a que la actividad se refiere; y otro subjetivo, que es el hombre, el profesional, puesto que de su preparación e inteligencia resultará un trabajo óptimo, bueno o mediocre.

El valor de su profesión, pues, está en su propio objeto: dedicarse a la arquitectura.

Claro que puede argüirse que también el albañil se dedica a la arquitectura (hasta cierto punto así es); sin embargo, su importancia profesional es muy relativa. Así es, ciertamente, aunque sobre su importancia profesional habría mucho que discutir.

Lo que ocurre, empero, es que decir que el albañil se dedica a la arquitectura no es una afirmación exacta. El albañil interviene en la construcción, pero nada sabe del proyecto. Levantar una pared es empresa de albañil. Saber cómo deben colocarse los ladrillos, manejar la paleta con soltura, saber preparar el mortero colocando después la cantidad justa: he ahí algo de lo que se le puede exigir, ya que son acciones de oficio manual, de acción constructora. Saber el porqué de la existencia de la pared que se levanta, la razón de sus dimensiones y del material empleado, conocer cuestiones que atañen a la arquitectura, que no se solucionan sobre el terreno sino sobre el papel: a ello contribuye el proyectista.

Viollet-le-Duc, el gran arquitecto francés del siglo XIX, propuso en su «Diccionario razonado de la Arquitectura» una definición que, a poco menos de un siglo de distancia, nos parece muy poco convincente. Decía este eminente artista que la arquitectura era *el arte de construir*.

Si en esta definición el sustantivo *arte* sobrentiende la calificación de *plástica*, entonces estaríamos en la línea de la definición de Charles Blanc, que añadiría a la de Viollet-le-Duc las palabras *según los principios de lo bello.*

La arquitectura, cierto, es arte. Desde tiempo immemorial ha formado parte del grupo de las Bellas Artes. Ocupa el primer puesto en la lista de las artes mayores: arquitectura, pintura, escultura, música, teatro...

Parece, pues, que podemos aceptar que la arquitectura es el arte de construir según los principios de lo bello.

Realmente, este concepto parece haber sido aceptado por los arquitectos de las generaciones pasadas; a pesar de lo cual es obligado ampliar el significado de la palabra arte dándole un valor más universal, interpretando que arte es el conjunto de conocimientos que permiten la ejecución de algo.

El arte de la arquitectura, en efecto, necesita tanto de unos valores plásticos como de unos valores técnicos. Es más; si la arquitectura es la primera de las artes es porque en ella lo bello, lo ornamental, queda vinculado a unos elementos funcionales. Una columna, por ejemplo, tiene su razón de ser en cuanto es un elemento con una función definida: sostener un dintel, por ejemplo, y transmitir a la base del edificio las fuerzas que gravitan sobre él. La columna en sí es una solución técnica, que será acertada cuando sea capaz de cumplir su función. Que esta columna sea un tronco de árbol, una piedra sin labrar o un cilindro de piedra esculpida, poco importa al valor funcional. Importa, eso sí, al concepto estético que haya movido al arquitecto que proyectó el edificio.



Una columna es una solución funcional. Su belleza depende de un concepto estético; no técnico.

Si el hombre ha llegado a hacer de su propio cuerpo un campo de experiencias estéticas (tatuajes, maquillajes, pelucas, etc.), ¿qué no hará con los productos de la técnica que él mismo inventa?

No tratamos aquí de hacer historia; pero decir que la arquitectura nace de una necesidad vital es obligado para sentar las bases de la definición de arquitectura que conviene a nuestros tiempos. Necesidad vital no quiere decir necesariamente una razón de subsistencia, sino que debemos interpretarla como aquello que se hace necesario EN la vida del hombre más que PARA la vida del hombre. El hombre no necesita para vivir de los monumentos, como tampoco necesita de los templos, de los estadios, de los teatros y de tantas y tantas especies de edificaciones que sin ser precisas para la vida han llegado a formar parte de ella. Buscar las motivaciones históricas que han influido para que la colectividad humana haya vinculado a su vida una serie de necesidades paradójicamente innecesarias, es cosa que escapa a nuestras pretensiones.

Pero interesa ver cómo ha evolucionado la arquitectura en su técnica y en su plástica, al ritmo que le han marcado unas circunstancias sociales. Si las civilizaciones antiguas y de la baja Edad Media fueron de neto predominio monárquico y feudal, ya en el siglo XIII se advierte la evolución que en las estructuras sociales representará la aparición de la burguesía, de la clase media.

La mentalidad humana, una vez se ha doblado la primera mitad del siglo XIII, está muy lejos de ser la de aquel ser primitivo que se guarnecía en cuevas naturales con la sola finalidad de defenderse de las inclemencias del tiempo y de los ataques de sus enemigos (fieras u hombres de otras tribus); si bien prevalece aún el sentimiento de clase, la idea absoluta del servilismo llevado al límite de la esclavitud, que fue la base de las sociedades de las grandes civilizaciones de la Antigüedad, poco a poco cede terreno a las sociedades burguesas, donde el trabajo se paga, donde la industria y el arte no está al solo servicio de las clases nobles.

Repetimos que no intentamos hacer historia. Nuestro intento consiste en hacerle ver cómo el arte de la arquitectura es la menos ególatra de todas las artes, porque su fin no es sólo la forma, sino una función eminentemente social: permitir y salvaguardar la familia (célula de la sociedad), reunir bajo un mismo techo una sociedad con intereses comunes, religiosos, políticos o culturales, atender al interés común (obras públicas), a la defensa de la sociedad (arquitectura militar), etc.

Incluso en el caso de la arquitectura conmemorativa, en los monumentos levantados en honor de un ciudadano ilustre, debe atinarse en el hecho del ornato que representa; en que estará involucrado a un plan urbanístico, que puede ser motivo de orgullo para los ciudadanos que lo contemplarán.

Creemos que con lo dicho podemos atrevernos a completar la primera definición de arquitectura. Podemos decir, por ejemplo, que *la arquitectura es el arte de construir, desarrollado con la técnica más conveniente al funcionalismo y belleza que mayormente contribuyan al bien común.*

Un nuevo concepto de la arquitectura: edificar en beneficio de una vida social a la medida del hombre.

Noble misión, ciertamente, la del hombre que en la medida de sus atribuciones profesionales contribuye a este bien común, que tantas veces se olvida y sacrifica en aras de una ambición personal.

Bien común: ¡he ahí un concepto relativamente nuevo, debido a la ciencia sociológica, y que no siempre coincide con el que la mayoría identifica con un bien!

Todo proyecto audaz encuentra la oposición de una mayoría que no atina a pensar en el bien futuro que puede representar y se aferra al perjuicio inmediato que puede reportar. Para esta mayoría, preocupada casi siempre por posibles repercusiones económicas, el bien común hubiera consistido en seguir viviendo en ciudades amuralladas, cuando la misma naturaleza clamaba por disponer de mayores espacios.

Los nuevos espacios se ordenan y sobre el terreno urbanizado se construyen nuevos edificios, más amplios. La liberación, la caída de las murallas, es el principio de una evolución que en poco más de medio siglo ha llevado a un nuevo estilo de vida.



En esta fotografía se aprecia perfectamente el límite del casco amurallado de una ciudad y su desbordamiento por la ciudad moderna. La demolición de las murallas representa el principio de una solución que en poco más de medio siglo ha llevado a un nuevo estilo de vida.

Se crean nuevos estilos en todos los órdenes humanos. No es una excepción la arquitectura, así que asistimos al nacimiento de nuevas formas. Fueron pujantes al principio; más tarde decayeron. Tan sólo se han salvado algunos edificios, más por su originalidad formal que por sus soluciones funcionales.

Los barrios industriales empiezan siendo sólo eso: barrios industriales. Las fábricas cumplen mejor o peor con su misión; el arquitecto, quiéralo o no, se ve forzado a desechar la belleza y a construir feos edificios destinados a cobijar máquinas y esclavos de estas máquinas. Se trata de producir, pero el concepto de la productividad y de la sociología del trabajo están aún por descubrir.

También la clase media necesita moverse en su propio ambiente; si no existe, se crea. Y, por fin, la mayor masa de la población vive como puede, en barriadas creadas sin orden, en espacios aprovechados de modo irracional.

En algunos puntos del Globo el terreno es caro. Como la ciudad no puede expandirse, tiene que aumentar su elevación. De ahí el origen del rascacielos, característico de la arquitectura norteamericana, que hasta ahora apenas existe en Europa.



El rascacielos es un producto típico del encarecimiento del terreno. La ciudad crece hacia arriba.

La vivienda reduce sus dimensiones; tiene menos habitaciones, cada vez más pequeñas. La escalera pierde su valor como elemento constructivo y se reduce al papel de vía de comunicación.

La sociedad ha evolucionado, llevada de sus ambiciones, de sus necesidades reales y de las nuevas necesidades que siempre son atributo del progreso.

Como no podía por menos que suceder, la evolución de la sociedad motiva guerras y conflictos. El fermento que dejan se acumula y por fin estalla la primera guerra mundial.

El hombre, cansado y asqueado por cuatro largos años de lucha, busca una compensación en una vida mejor. Ya ha dejado atrás la época en que se inició la gran industria, con su secuela de luchas sociales. Sus planes no tienen gran alcance, pero sí enorme amplitud. Así, pone todo su esfuerzo en crear, con fines inmediatos pero no por inmediatos faltos de ambición.

Ahora dispone de nuevos elementos constructivos: hormigón armado sobre todo. Emplea nuevas técnicas para el movimiento de materiales y erección de edificios. Y se ha percatado por fin de la necesidad de que su vida sea higiénica; de que conviene apartarse de la urbe y acercarse al campo. Cuando no puede hacerlo, crea espacios abiertos y zonas verdes; es decir, jardines.



Los espacios verdes, como oasis en un desierto de cristal y cemento, son una necesidad para el hombre de la ciudad.

Por fuerza, las necesidades crean una nueva escuela arquitectónica. El funcionalismo, o sea la adecuación de los medios para conseguir unos propósitos. En lo exterior, las nuevas construcciones se distinguen de las antiguas en la menor altura de los pisos y en la mayor superficie de las ventanas. Al mismo tiempo desaparecen las formas complicadas; las líneas, consideradas como unidades aisladas, son severas, pero el conjunto es, o debe ser, airoso.

El hecho de que los nuevos materiales de construcción, muchas veces prefabricados, ofrezcan mayor resistencia mecánica para un mismo peso, unido al de que apenas si se emplean grandes bloques de piedra, es otro de los factores que determinan el nuevo estilo de la arquitectura.

Y a su vez, el hecho de que las comunicaciones mejoren contribuye al alejamiento de los bloques de viviendas. El hombre puede trabajar lejos de donde vive, y sin embargo puede permanecer en su hogar todo el tiempo que necesita para descansar y atender a la vida familiar.

En algunos países se realizan ensayos. Alemania, vencida en la guerra de 1914-1918, arruinada, sigue una senda aparte: confunde el funcionalismo con la fealdad. Si es funcional, es feo: hasta no hace mucho ésta era una expresión corriente.

Otro tanto podría decirse de la arquitectura rusa, que forzada por las circunstancias ha llevado a límites inverosímiles la sequedad de las formas. Sin embargo, algunos arquitectos rusos ensayan nuevas fórmulas y consiguen resultados que han inspirado otras construcciones en que se aúnan el sentido de lo funcional y el de la belleza.

Una nueva época de inestabilidad desemboca en la segunda guerra mundial. Es más prolongada y más dura que la primera. Se ha destruido mucho y por tanto hay que atender a la reconstrucción como medida urgente. Luego llegará la verdadera construcción, más pausada, cuando se hayan cobijado los millones de seres que han perdido sus hogares. Todas las guerras dejan huellas imborrables, tanto en lo físico como en lo moral. Y como siempre, puesto que ello está en la naturaleza del ser humano, lo primero es vivir; luego, vivir mejor. ¿Quién debe poner los medios para lograrlo? El arquitecto y sus colaboradores.

El trasiego de las poblaciones requiere la erección de nuevas viviendas, en número que diez años antes no habría podido soñarse. La mecanización de la agricultura vuelca sobre las ciudades una masa, que ha dejado el estado campesino y adopta el obrero, que necesita alojarse. De ahí la aparición del fenómeno de las chabolas: esas viviendas precarias, carentes de las condiciones de habitabilidad más elementales, cuya triste secuela es un abandono de los valores morales.

Ante el arquitecto se abren nuevas perspectivas. Tiene que hallar soluciones; pero dispone de los medios y de las técnicas que necesita. Está forzado por la necesidad; pero al mismo tiempo la necesidad le concede una libertad de creación mayor que la que nunca gozó. Asistimos a la evolución de nuevos estilos arquitectónicos, variados hasta casi lo infinito; vemos edificios audaces, que parecen sostenerse por puro milagro, y vemos otros edificios en que casi han desaparecido las

paredes opacas. Sobre todo en algunas plantas industriales se ha desterrado el concepto lúgubre; ahora son alegres, la luz entra por amplios ventanales. Se ha llegado, a fuerza de ensayos, de aciertos y de fracasos, a una distribución más racional de las viviendas, más luminosas que antaño, mejor aireadas.

Incluso el concepto de la arquitectura religiosa ha variado. Las formas sencillas no son menos emotivas que las severas de la antigüedad. Los ángulos atrevidos y los colores vibrantes ocupan el lugar de los muros de piedra labrada. En el interior de los templos, el hombre no está oprimido por la oscuridad ni por las formas retorcidas: todo es límpido, alegre y puro, como corresponde a la esencia de la religión.

La arquitectura transforma la vida del hombre. Colabora en esta taraea con la electrificación, que requiere de su concurso para la erección de inmensas centrales hidroeléctricas. Colabora con todas las técnicas y con todos los medios que emplea el hombre. La civilización empieza con la arquitectura y la arquitectura sigue civilizando, modelando una sociedad. El proyectista contribuye a la formación de un mundo mejor.



La arquitectura transforma la vida del hombre. Los modernos barrios, abiertos al sol y al viento, han racionalizado la vida social.

Tecnología y cálculos de la construcción 1

EL PLANO TOPOGRAFICO
CURVAS DE NIVEL
NIVELACIONES
LEVANTAMIENTO DE PLANOS

EL PLANO TOPOGRAFICO

Toda obra arquitectónica representa ocupar determinada superficie de terreno. No hay arquitectura posible sin la disponibilidad de un pedazo de tierra sobre la que asentar la obra. Aunque el hombre haya conquistado los mares, domine el aire y esté muy cerca de dominar los espacios infinitos que quedan más allá de nuestra atmósfera, su misma naturaleza le ata a la Tierra, a las zonas firmes de nuestro planeta. Vivimos sobre la Tierra, un pedazo de la cual está destinado a sostener nuestro hogar, nuestro local industrial, la oficina en que trabajamos, el campo de fútbol, la escuela, la iglesia, el cine...

El proyectista en construcción, a quien corresponde buena parte de la responsabilidad que implica la construcción de una obra de arquitectura, no puede ignorar que el estudio del terreno en que se va a construir es premisa obligada para la realización del proyecto. No todos los terrenos tienen las mismas características. Los habrá más o menos resistentes a la compresión (recuerde lo que es trabajo a compresión), unos serán rocosos, otros arcillosos, unos más impermeables y otros menos. Todas estas características requieren un estudio previo y muy especializado que no es de la incumbencia del proyectista; pero como de todos los estudios geológicos y topográficos resultan unos planos que sí es muy posible deba dibujar el proyectista, de ahí la necesidad de un conocimiento, aunque sea superficial, que nos permita interpretar y ejecutar el plano de un terreno.

Las cuestiones geológicas (estudio de la naturaleza físico-química del terreno) son cosas que nos tienen sin cuidado: pero, en cambio, es de vital importancia saber representar las características geográficas del terreno en cuestión. Se impone un plano de identificación del terreno que nos muestre los accidentes que presenta (pendientes, posibles corrientes de agua, árboles, edificios preexistentes, etc.).

A este plano de identificación del terreno se le llama PLANO TOPOGRÁFICO.

Es fácil comprender que la existencia de árboles en un terreno a edificar es un problema de muy poca importancia. Contratando a una brigada de taladores, los árboles pasan con mucha facilidad a convertirse en leña para el fuego. Pero la existencia de desniveles sí que es cosa importantísima, siendo esta circunstancia la que con mayor esmero debe estudiarse en el plano topográfico. Surge una pregunta: ¿cómo podremos representar sobre un plano los desniveles que presenta un terreno...? La verdad es que se trata de la cosa más fácil y más lógica que imaginarse pueda. Para comprenderlo sólo es necesario tener un poco de imaginación.

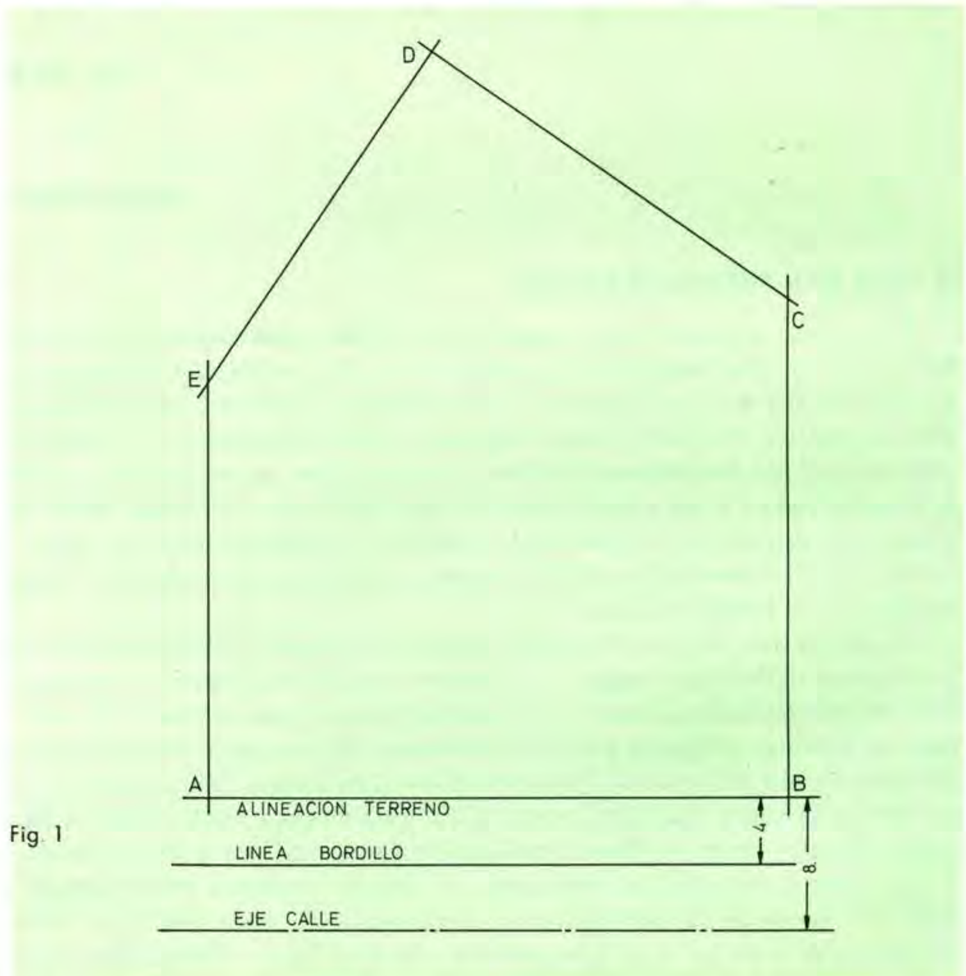


Fig. 1

Vamos a suponer que tenemos un terreno (figura 1) delimitado por las aristas A, B, C, D, E. Este es el terreno que debemos edificar; y resulta que la superficie que encierra no es llana ni mucho menos. Tiene sus accidentes, sus altibajos, que debemos indicar en el plano topográfico. Eso lo conseguiremos por medio de las llamadas curvas de nivel. Si recuerda la lección tercera tendrá la satisfacción de ver que para usted no es nuevo lo que vamos a explicar, puesto que al hablar de proyecciones acotadas hacíamos referencia a los planos topográficos y a sus curvas de nivel. Pero le conviene ampliar un poco estos conocimientos y para ello vamos a decir qué son las...

CURVAS DE NIVEL

Vamos a suponer un monte como el representado en la figura 2, el cual presenta un acusado desnivel desde su base a su cúspide. Es ahora cuando debe llamar en su ayuda a doña Imaginación, porque lo que vamos a hacer es ni más ni menos que unas rebanadas de este monte, cada una de las cuales tendrá la misma altura. Empezaremos por la base, cortando el monte por medio de un plano horizontal elevado, pongamos por caso, 100 m sobre el nivel del mar. Cien metros más arriba completamos la rebanada del monte por medio de otro plano horizontal. Cien metros más y un nuevo plano..., y otro..., y otro, hasta alcanzar la cúspide del monte, o rebasarla, puesto que no siempre coincidirá esta cúspide con la altura exacta de cada uno de estos planos secantes.

En teoría, estos planos determinarán diferentes secciones en el monte, secciones que quedarán limitadas por una línea curva irregular, según sean los accidentes del terreno al nivel señalado por el plano secante. Pues bien: estas líneas, que son el contorno de las distintas secciones producidas en el terreno, son nuestras *curvas de nivel.* Y nunca mejor dado un nombre, puesto que cada una de estas curvas indica los entrantes y salientes del terreno *al nivel* señalado por la curva. ¿Comprende el origen teórico de estas curvas...?



Fig. 2

Pasemos ahora del terreno puramente imaginativo al terreno práctico. Nuestros conocimientos nos permiten interpretar este proceso mediante una proyección diédrica. Vea la figura 3. Se trata de una planta y un alzado de nuestro monte. Los planos sectores, en el alzado, aparecen como líneas horizontales situadas a una distancia de 100 m unas de otras. En planta, se convierten en las líneas de nivel, que por la relación con el alzado indican perfectamente las diferencias del nivel que representan. Pero la interpretación de un terreno es mucho más directa en una planta que en un alzado, siempre que cada curva de nivel lleve un número de cota que indique la altura a que se encuentra el plano sector del terreno, sea respecto al nivel del mar, sea respecto a un plano de origen previamente establecido.

Gracias a las cotas indicadas podemos darnos cuenta, sin necesidad de ver el alzado correspondiente, de que nuestro monte tiene una altura máxima de 600 m.

Digamos, para terminar este apartado, que la distancia que separa los planos sectores representados en planta por las curvas de nivel se llama *equidistancia.*

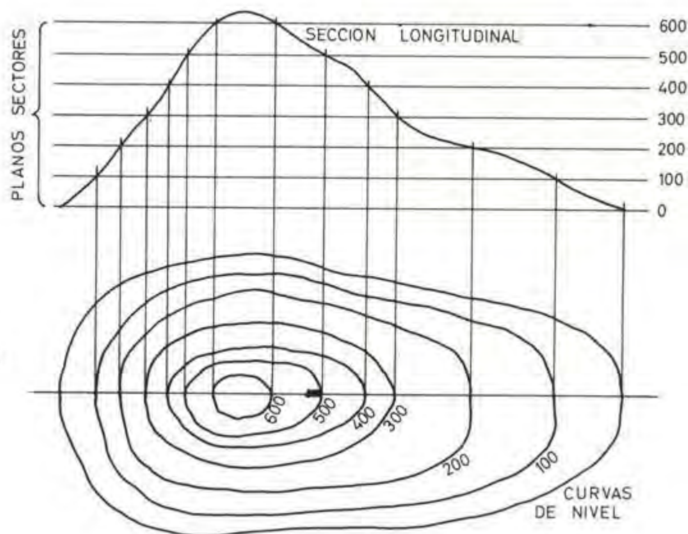


Fig 3

NIVELACIONES

Lo mismo que acabamos de hacer en forma teórica con nuestro monte es lo que hace el topógrafo cuando se enfrenta con el terreno a edificar. Dispone los instrumentos necesarios para calcular la altura de cada uno de los puntos de terreno, así como la distancia a que se encuentran estos puntos. Naturalmente, las características del terreno determinarán la distancia (recuerde lo que hemos dicho que es eso de la equidistancia), puesto que para terrenos de mucha inclinación podrá tomar una equidistancia relativamente grande, mientras que en terrenos muy poco sinuosos esta equidistancia deberá ser incluso del orden de centímetros para poder detallar las irregularidades del solar. Nosotros no somos topógrafos, desde luego; pero seremos los encargados de tomar el plano topográfico del material que él nos entregue. ¿Qué es en definitiva lo que nos entrega el topógrafo?

Pues el topógrafo nos entrega unos gráficos como éste (figura 4):

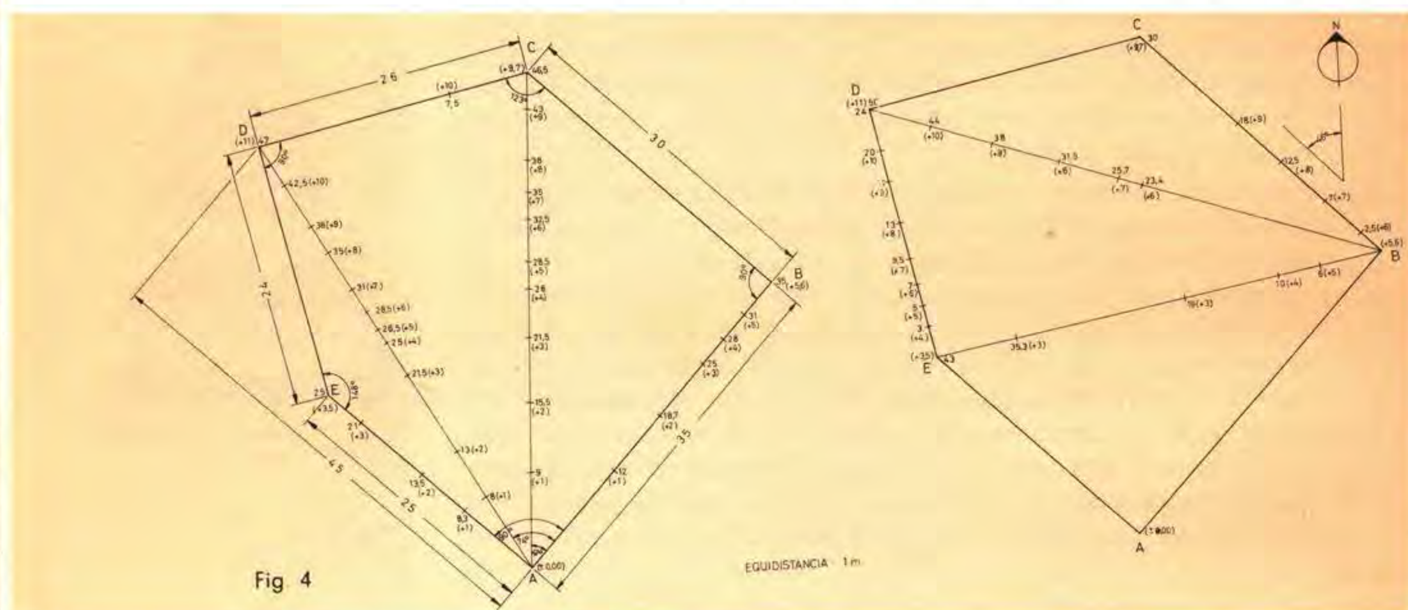


Fig. 4

Y eso, ¿que es....? Vamos a explicarlo:

Observe que se trata del polígono del solar en el que se han trazado unas diagonales, en cada una de las cuales aparecen dos series de números, una de las cuales presenta números enteros encerrados en un paréntesis. La otra serie es de números enteros o decimales. Y vea cómo estas cantidades corresponden a un punto de la diagonal considerada.

El número entre paréntesis indica la cantidad de equidistancia a que se encuentra el punto de origen (vea que es el vértice A, cuyo número entre paréntesis es el cero). Dicho de otra manera: indica la altura a que se encuentra el punto. El otro número es la distancia a que el punto O se halla del vértice correspondiente a la diagonal considerada. Así, por ejemplo, el punto (1) 9 de la diagonal A C estará a 9 metros de distancia del vértice A y se encontrará a la altura señalada por una sola equidistancia, o sea por el primer plano sector que topográficamente corta al terreno. ¿Entendido...? Pues éstos son los datos del topógrafo, de los que nos-

otros, como primera providencia, deberemos dibujar los perfiles correspondientes a cada una de las diagonales y lados acotados por el topógrafo.

Supongamos que vamos a levantar el perfil de la fachada A B. ¿Cómo operaremos...?

Empezaremos por trazar una horizontal que corresponderá al lado A B. A la escala conveniente señalaremos los 35 m de fachada, y sobre ella iremos situando las estaciones indicadas por el topógrafo a 12, 18'7, 25, etc., metros de A. Vea este primer paso:

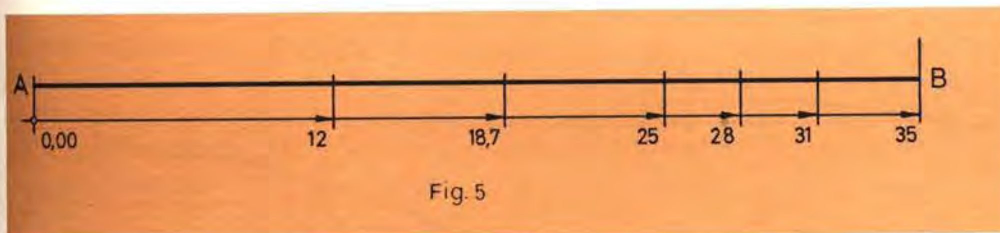


Fig. 5

A continuación levantaremos por B una vertical sobre la que tomaremos las equidistancias necesarias que nos indicarán las alturas de los distintos planos sectores. En nuestro caso, la equidistancia es de un metro, por lo que señalaremos estos puntos sobre la vertical con una separación de un metro de acuerdo con la escala a que dibujamos. Señalaremos cinco puntos, más el que corresponde a la altura del vértice B que, según viene indicado entre paréntesis, es de 5'6 m. Hemos hecho eso:

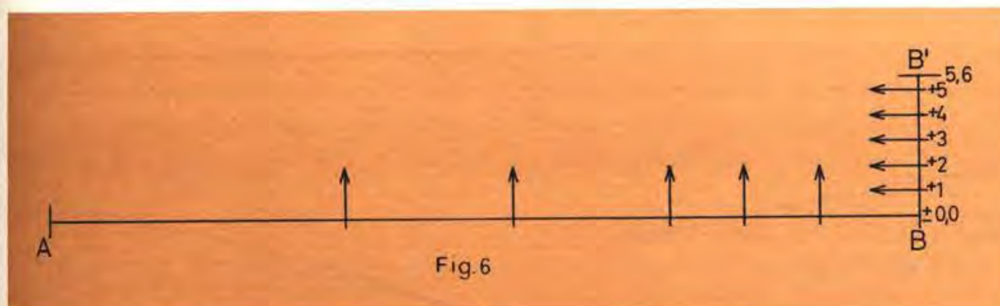


Fig. 6

Ahora deberemos buscar la intersección entre las horizontales trazadas por los puntos que indican las alturas y las verticales que parten de los puntos situados sobre la misma horizontal trazada. Uniendo estas intersecciones por una línea continua, tendremos el perfil correspondiente al lado A B del terreno. Aquí lo tiene:

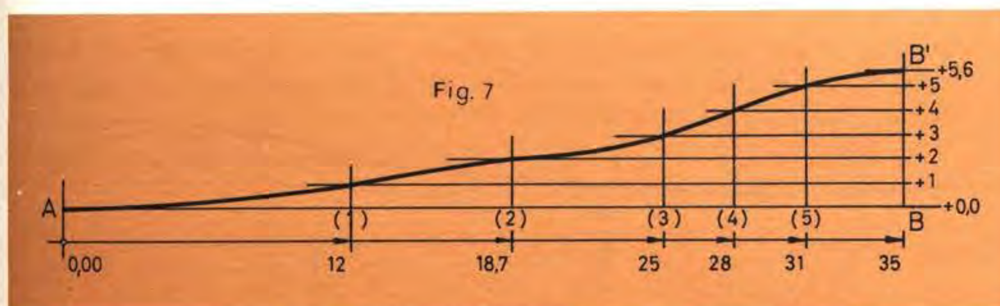
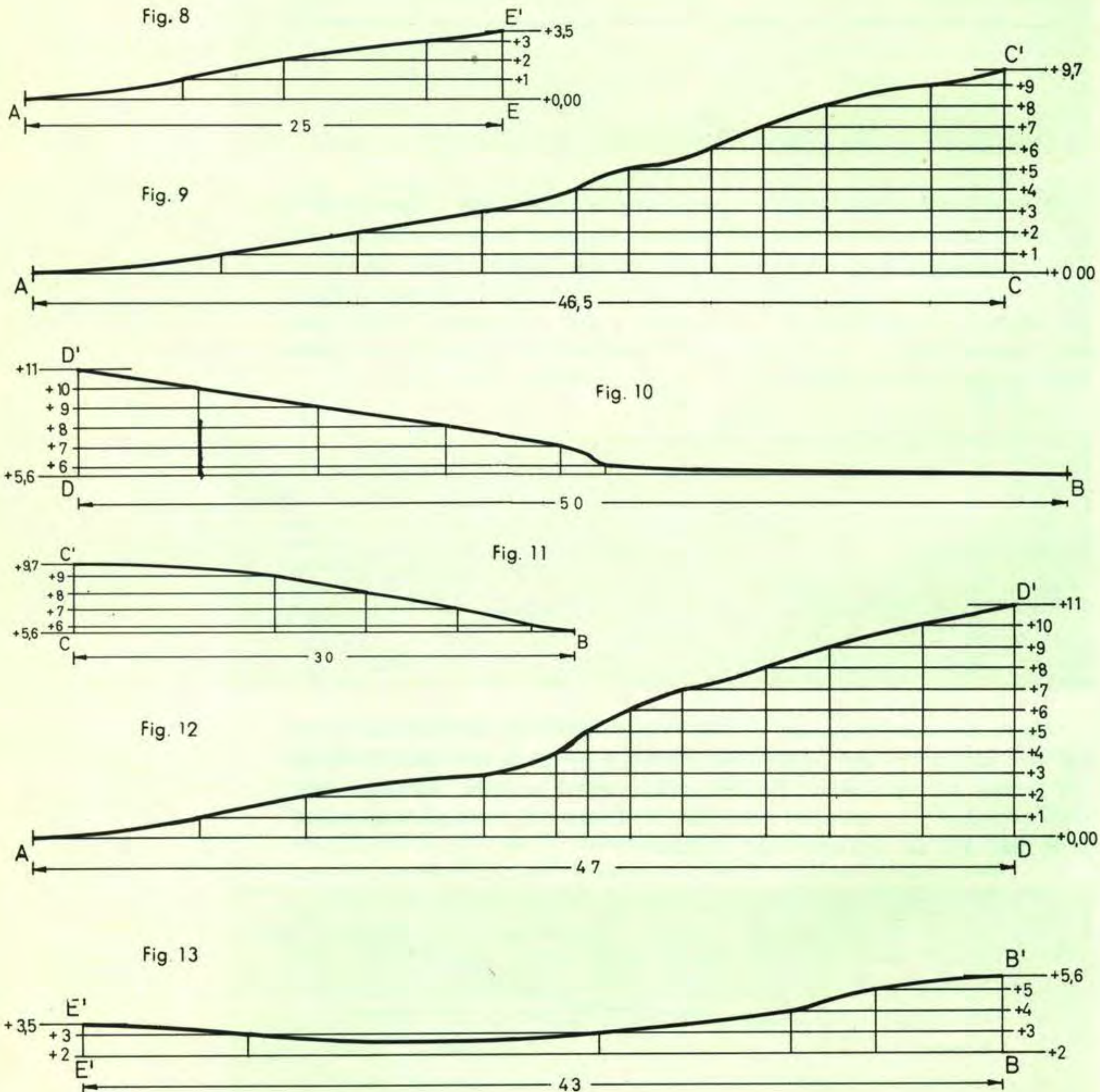


Fig. 7

Los demás perfiles se obtienen del mismo modo; sólo que deberemos tener en cuenta la altura a que se encuentra el vértice del cual arranca el perfil. En los perfiles que arranquen del vértice A, empezaremos a tomar equidistancias partiendo de la cota 0 (cero); en los que arranquen de B, partiremos de la cota 5'6. Observe en el gráfico correspondiente al perfil B E cómo se aprecia el desnivel hundido o *desmonte* existente entre los puntos B y E. Vea, pues, los demás perfiles:



En este perfil B E hay lo que se llama UN DESMONTE.
Es la hendidura del terreno que queda por debajo de la cota 3.

LEVANTAMIENTO DEL PLANO TOPOGRAFICO DEFINITIVO

Veamos cómo debe ser el plano topográfico definitivo de este terreno, del cual ya tenemos perfiles.

En nuestro caso, la medida máxima es la profundidad existente entre la fachada A B y el vértice D, que es de unos 45 m. Según eso, la escala más racional será la 1 : 200, con la que el plano nos cabrá perfectamente en un formato DIN A 4. Cuente y verá cómo la medida máxima de 45 metros pasa al plano con 22'5 cm, quedando la fachada a 17'5 cm.

Este plano debe trazarse con toda la pulcritud de que sea capaz el proyectista o delineante que lo realice. El perfecto encaje en las medidas es primordial para que pueda pasarse a escalas inferiores sin peligro de error en las medidas. Se indicarán las cotas, curvas de nivel, vegetación y posibles caminos. Debe indicarse la situación de las calles y aceras; y si el ayuntamiento prescribe algunas ordenanzas de edificación para un futuro proyecto urbanístico, también deberán constar en el plano. A este plano topográfico lo llamaremos PLANO PILOTO, ya que de él van a salir las ampliaciones del solar, urbanizaciones, edificaciones, etc.

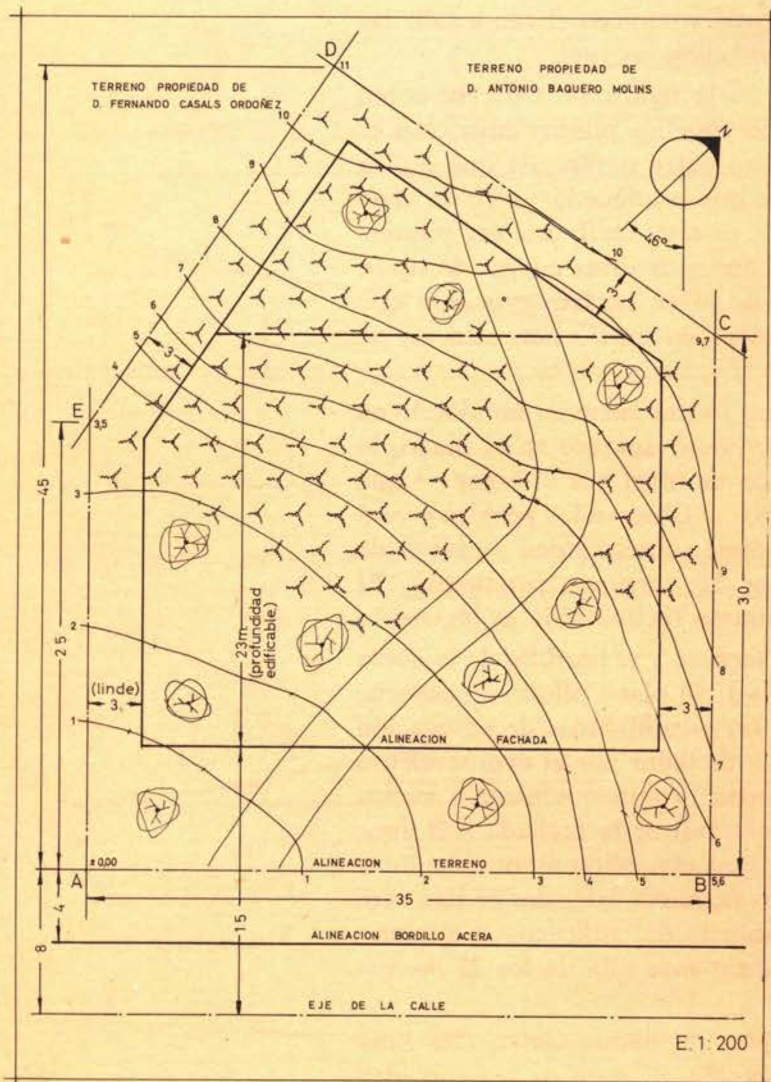
Este plano piloto viene representado en la figura 14. Observe cómo las curvas de nivel se han trazado uniendo aquellos puntos cuya cota es la misma. La cota, recuérdelo, es el número entre paréntesis que indica el nivel del plano sector del terreno, plano que produce la curva de nivel correspondiente a la altura. Vea, pues, que es muy fácil, una vez puestas en limpio las anotaciones del topógrafo, conseguir estas curvas de nivel. Repetimos que, para obtener las curvas de nivel, no haremos más que unir con una línea continua aquellos puntos de igual cota, esto es, de igual altura a partir de la cota 0.

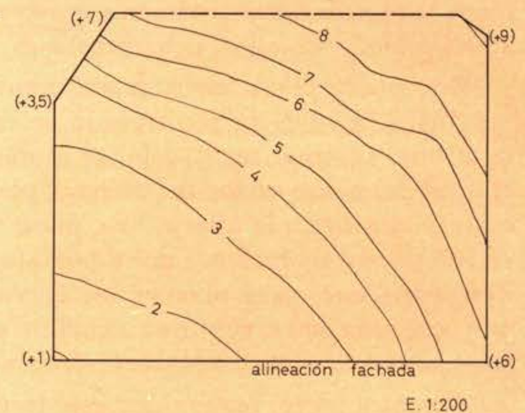
Por otra parte, resulta que este terreno forma parte de un viñedo en el que hay también unos pocos olivos. Todo eso aparece en el plano, lo mismo que un camino que corta las curvas de nivel por el lugar en que están más separadas. ¿Qué quiere decir esto...? Observe los perfiles y verá que allí donde la separación entre puntos que corresponden a curvas de nivel consecutivas es mayor, encontramos las menores pendientes. El camino, pues, corre por los lugares de mínima inclinación; es lógico.

Situaremos el eje de la calle a 8 m del terreno y el bordillo de la acera a 4 m de acuerdo con los datos de la figura 1. El plano piloto, en esencia, queda así terminado. Falta sólo estudiar las posibilidades de edificación de acuerdo con las ordenanzas municipales dictadas por el ayuntamiento del lugar. Imaginemos que dichas ordenanzas prohiben edificar a menos de 15 metros del eje de la calle. Deberemos retirar la fachada A B unos 7 m de la posición dada por el terreno. Con ello obtendremos la línea que indica *alineación fachada*. También las fachadas laterales se han retirado unos metros por exigirlo así la existencia de edificaciones vecinas, motivo por el cual tampoco podemos edificar más allá de los 23 metros a partir de la alineación de fachada.

O sea, que el terreno aprovechable para la edificación queda limitado a lo que expresa este nuevo plano (fig. 15). El resto de la propiedad no será útil para la edificación. Del plano piloto, hemos llegado a esta conclusión.

Queda por añadir a este plano algunos datos interesantes. La orientación del terreno, cosa que se indica mediante una flecha situada en uno de los vértices de la lámina que señala la dirección Norte magnético, el que marca la brújula. Luego deberemos confeccionar el rótulo correspondiente; pero debe usted tener en cuenta que ya no rige ninguna especie de norma para ello. Es el buen gusto del proyectista o del rotulista a quien se encargue este rótulo lo único que manda. La disposición y el tipo de letra empleada deben ser claras y de buen gusto; es lo único que se exige. Una disposición similar a la que damos como ejemplo, sería buena.





SOLAR EN
DE 1.800 m. = 47.520 plm.
PROPIEDAD DE D.
ESCALA 1:100
EQUIDISTANCIA 1 m.

Fig 14

183-1 PLANTA PILOTO
TERRENO PROPIEDAD DE
D. FERNANDO PALMER GARCIA
SITUADO EN EL ANTIGUO PREDIO DE
"SES CALETES" EN PALMA DE MALLORCA
SUP. TOTAL = 30.850 PLM²
BARCELONA 8-VII-62 ESCALA 1:200
EL ARQUITECTO: EL PROPIETARIO:

Fig 15

MATERIALES Y ELEMENTOS 1

MATERIALES METALICOS MAS EMPLEADOS EN CONSTRUCCION
HIERRO COLADO
LAMINADOS
PERFILES NORMALES
UNION DE PIEZAS METALICAS: TORNILLOS Y ROBLONES

MATERIALES METALICOS UTILIZADOS EN CONSTRUCCIONES

No todos los materiales son aptos para ser aplicados a la construcción. Sea por sus características físicas, sea por su elevado precio, muchos metales deben rechazarse en cuanto se trata de aplicarlos a las conveniencias de la arquitectura. Los metales que se usan casi en exclusiva son el hierro, en sus distintas variantes, el cinc, el plomo, el cobre y algunas aleaciones, tales como el bronce y el latón. Ultimamente, y como material de cobertura, ha tomado mucho auge la aplicación del aluminio en forma de chapas, molduras y perfiles laminados especiales de gran efecto decorativo.

En elementos de estructura sólo se emplea el hierro, que junto a su bajo precio reúne cualidades suficientes para garantizar la solidez de un edificio. Además, la facilidad para fabricarlo en formas muy varias permite disponer del tipo y forma de material más adaptable a cada necesidad.

Dada la importancia del hierro dentro de la construcción, es justo que le dediquemos un poco de atención.

EL HIERRO

El hierro es un elemento químico de la familia de los metales. Como metal, posee las características comunes a este tipo de elementos: tener brillo metálico y ser buen conductor del calor y de la electricidad. El hierro, en estado puro, es de un color blanco grisáceo; su densidad es 7'9 y funde a la temperatura de 1.535° C. Es un metal muy dúctil y maleable, pero al mismo tiempo de una gran resistencia, cualidades que le hacen el metal útil por excelencia, y es conocido del hombre desde hace

miles de años. Su descubrimiento ha sido uno de los hechos que más han contribuido al desarrollo técnico de la Humanidad.

Este es el hierro. Sin embargo, no se encuentra en la naturaleza en estado puro, sino que aparece en forma de combinaciones químicas. Las más comunes son las que citamos seguidamente:

Oxidos, que son minerales en los que entra a formar parte, además de otros elementos, el oxígeno. Los principales óxidos ferrógenos son la magnetita, el oligisto y hematites.

Carbonatos, que son los minerales combinados de hierro y carbono con más o menos oxígeno u otros elementos. El más importante es la siderita.

Sulfuros o combinaciones de hierro y azufre... sin excluir la presencia de otros elementos. De ellos debemos citar la pirita..., o piritas, puesto que genéricamente se llama pirita a toda combinación del hierro con el azufre.

La verdad es que no nos sirve de gran cosa el hierro así combinado con otros elementos; y el problema está en separar el hierro de los demás acompañantes. El procedimiento industrial para conseguirlo es el de fusión del mineral, cosa que se consigue en estos verdaderos monstruos escupidores de fuego que se llaman altos hornos, puesto que de un horno se trata cuya característica externa es la altura.

Como es de suponer, una instalación de altos hornos sólo es realizable en una escala industrial muy elevada, capaz de producir diariamente cientos o quizás miles de toneladas de hierro. Se ha llegado incluso, a la creación de instalaciones automatizadas, en que un reducido número de obreros realiza (por medio de los instrumentos necesarios, claro está), las labores que hasta no hace muchos años requerían el empleo de una considerable cantidad de mano de obra.

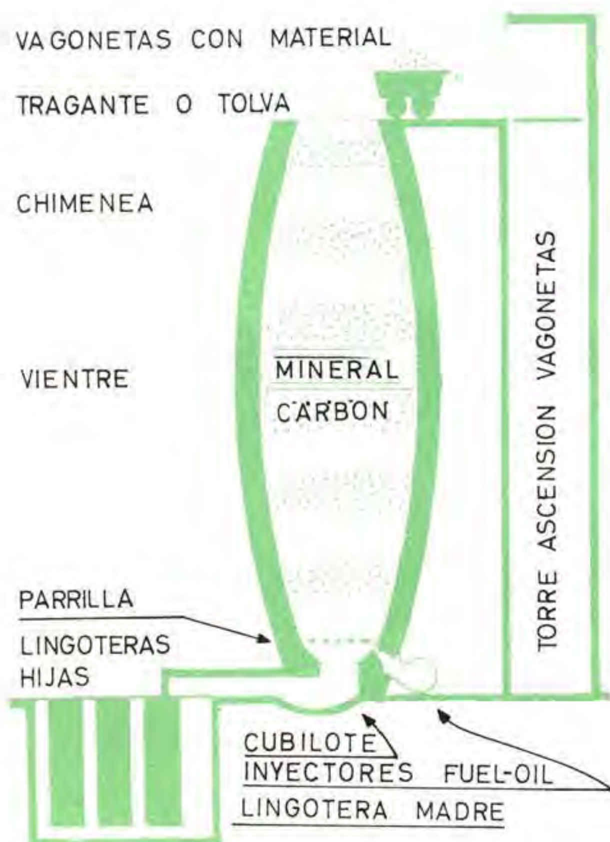


Fig. 16

Un alto horno, en síntesis, es como muestra la sección dibujada al margen. Nuestro interés por ello es relativo (puesto que no hacemos ningún curso de química), por lo que es más que suficiente esta idea gráfica que le damos. En el interior del alto horno se sitúa el mineral de hierro, alternando capas de carbón mineral y capas de mineral férrico a tratar. Al quemar el carbón gracias a unos inyectores de fuel-oil situados en la parte inferior del alto horno se produce una serie de reacciones químicas que tienen por consecuencia que el hierro contenido en el mineral empleado se mezcle con el carbón, dando un nuevo mineral fundido que pasa a unos moldes de los que, por enfriamiento, se obtienen los lingotes de hierro blanco o fundición.

Estos lingotes de fundición contienen gran cantidad de carbono, circunstancia que los hace demasiado quebradizos y por lo mismo no aptos para su aprovechamiento industrial. Este hierro de fundición debe desprenderse de parte del carbono que contiene, cosa que se consigue mediante una nueva fusión en otros hornos llamados *cubilotes* (vea la figura 17), de los que sale el hierro fundido y afinado que una vez convertido en lingotes es el hierro *forjable y maleable.*

Entonces es cuando se llega a la obtención de un material aprovechable en el aspecto industrial. Dado que el acero sólo se emplea muy raras veces en construcción, aquí nos limitaremos a señalar su existencia, sin perjuicio de tratar, en ocasión oportuna, de sus aplicaciones.



Fig. 17

ACEROS

Por procedimientos especiales puede conseguirse que el hierro de segunda fusión elimine casi la totalidad del carbono. Cuando la cantidad de carbono contenida en el hierro es sólo del orden de 0'5 a 1'5 % ya no lo llamamos hierro, sino acero, una de cuyas modalidades más resistentes es el acero al temple que se obtiene al sumergir el acero normal, cuando está al rojo blanco, en aceite frío. Este acero posee gran resistencia, si bien por las grandes dificultades que presenta a la soldadura no es aprovechable para las operaciones industriales más comunes.

HIERRO COLADO

El hierro colado, o fundición de molde, no es más que aquel hierro blanco que ha tomado la forma de un molde de tierra mineral compacta, al llenar el hueco en él establecido. Al enfriarse el hierro y retirar las piezas del molde aparece la pieza de hierro colado.

HIERRO LAMINADO

Una de las cualidades físicas del hierro es la de ser maleable. ¿Sabe lo que quiere decir esto...? Es muy sencillo: llamamos maleabilidad a la mayor o menor facilidad con que un metal puede convertirse en planchas mediante un proceso de laminado.

Este proceso se efectúa en unas máquinas especiales llamadas laminadoras o trenes de laminado, que en esencia no son más que unos juegos de cilindros de acero que pueden juntarse o separarse a voluntad y entre los cuales pasa el metal a laminar. Si el hierro en bruto entra en el tren de laminado en forma de una barra o lingote cuadrado, no se convertirá en una chapa muy delgada a la primera pasada por la laminadora. La primera fase proporcionará una barra de sección rectangular (el cuadrado de origen se habrá alargado por uno de sus lados al perder altura por el

otro), por ejemplo, de la que en la segunda fase del tren laminador se conseguirá una barra cuya sección será ya un rectángulo mucho más ancho que alto. Así, poco a poco se irá aplanando el primitivo lingote hasta llegar a la forma de chapa metálica de más o menos grueso.

De la misma forma que obtenemos chapas de grueso uniforme, si los cilindros de la laminadora presentan una contraforma especial podemos obtener hierro u otro metal laminado con perfiles bien característicos. Ese es el origen de los perfiles laminados de los que se habló en una lección anterior. ¿Lo recuerda...?

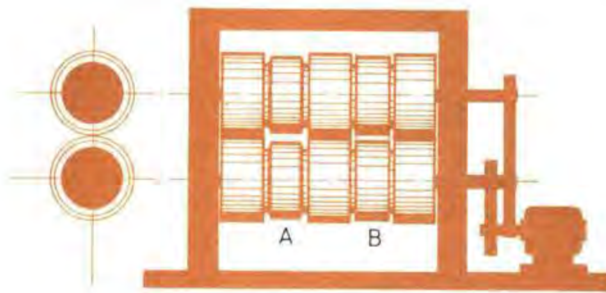


Fig. 18

Estos perfiles sí que tienen extensa aplicación; no sólo en la construcción, sino para la decoración, aunque en este caso acostumbran usarse otros metales más *vistosos* que el hierro o el acero; aluminio por ejemplo, que a veces se cubre de revestimientos anodizados para darle mayor belleza y resistencia a los agentes atmosféricos.

Ahí tiene un sencillo croquis de lo que es un tren de laminado. En la vista frontal puede apreciar las contraformas de los rodillos destinados a conseguir un perfil IPN mediante dos fases. En la fase A resulta un perfil inexacto, con gruesos mayores de los normalizados. Es en la fase B cuando, por nuevo proceso de laminado, el perfil adquiere las cotas normales. Estos procesos se efectúan previo calentamiento del hierro en hornos eléctricos a fin de aumentar su maleabilidad.

Los perfiles laminados han sustituido con enorme ventaja (supresión de material y por lo tanto ahorro de dinero y pérdida de peso) a las antiguas estructuras de hierro colado. Las actuales formas, esbeltas y prácticas, de los perfiles laminados han desterrado las gruesas columnas de fundición.

Los perfiles laminados más usuales en construcción, y que usted aún no conoce, son:

El fleje. — Es el perfil más simple, consiste en un hierro de sección rectangular cuyas dimensiones no exceden de los 25 . 5 mm.

Pletina. — Cuando la sección rectangular del hierro sobrepasa los 25 . 5 mm ya no se denomina fleje, sino pletina. La anchura de la pletina puede llegar a los 10 ó 12 cm, no excediendo su altura los 12 mm.

Chapa o llanta. — A partir de la máxima anchura de la pletina el hierro de sección rectangular toma el nombre de chapa o llanta... mientras no sobrepase los 40 mm de grueso.

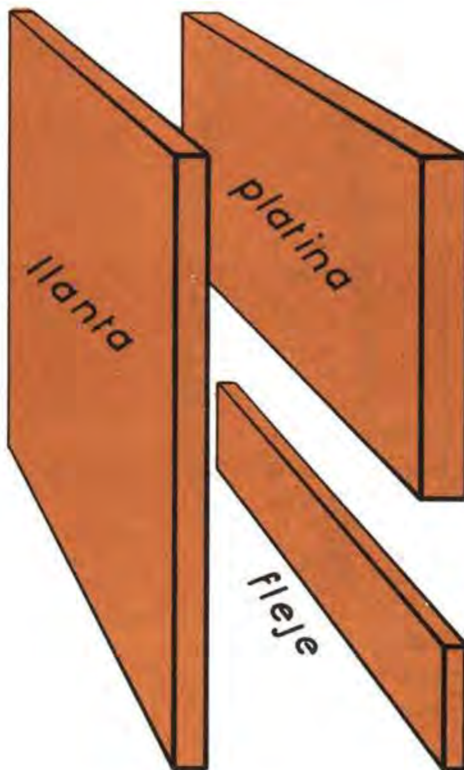


Fig. 19

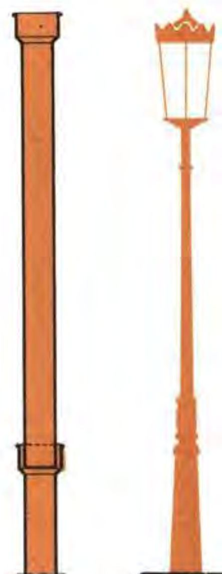
Además de estas formas mencionadas existen en el mercado formas que ya nos son conocidas (cuadrados, hexagonales, redondos, perfiles doble T, en U, perfiles T...). Todos se estudiaron en una lección anterior, ya lo sabe.

Debemos añadir, empero, el perfil redondo especial para hormigón armado especialmente ideado para formar la parte metálica de las estructuras de hormigón armado, del que deberemos hablar extensamente.



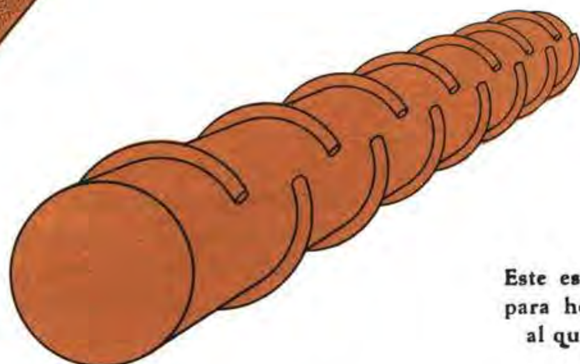
Este es un perfil laminado TPN, que usted ya conoce





Estas son piezas características fabricadas de hierro colado

Fig. 20



Este es el perfil especial para hormigón armado al que hemos aludido

UNION DE PIEZAS METALICAS

Las distintas piezas que forman las estructuras metálicas deben unirse, eso es lógico, de modo que todas ellas formen un todo rígido. Vamos a estudiar de una manera simple, sin complicaciones inútiles al proyectista en construcción, los principales medios de que podemos valernos para unir entre sí las piezas metálicas de una estructura.

Los sistemas de unión se dividen en dos grupos: los fijos y los desmontables.

Llamamos sistema fijo a aquel que una vez empleado no permite desmontar la estructura sin antes destruir parte de ella. Los sistemas desmontables, ya lo dice la misma palabra, sí permitirán la recuperación de las piezas de la estructura sin necesidad de su destrucción.

Las uniones fijas se obtienen por roblones (o remaches) y por soldadura. Las uniones desmontables se obtienen por pernos o tornillos y algún otro procedimiento moderno como el mecanotubo.

Existen otros procedimientos de fijación mediante elementos muy distintos a los anteriores, pero que aquí no trataremos por tener aplicación exclusiva en el campo de la mecánica.

Y como hemos anunciado, vamos a echar una ojeada a estos sistemas de fijación para saber las características de los elementos de que nos valemos para conseguirlas.

ROBLONES O REMACHES

Un roblón o remache no es más que un vástago de hierro o acero que aprisiona fuertemente dos o más chapas al aplastarse sus dos extremos. Es una de aquellas cosas que uno no sabe cómo explicarlas de tan simples como son. Creo que los gráficos pertenecientes a esta explicación son mucho más elocuentes que las palabras.

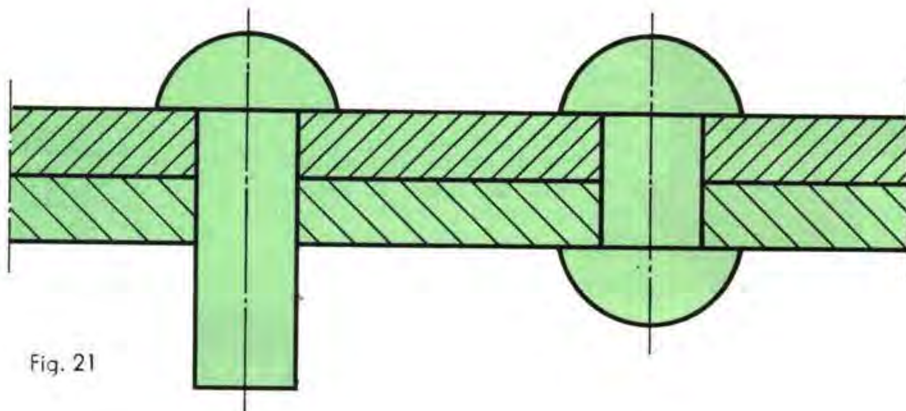


Fig. 21

Los roblones se emplean principalmente para unir piezas de hierro forjado y muy en particular planchas. Grandes estructuras metálicas, como por ejemplo las naves de edificios industriales, están unidas por medio de remaches. Son muchos miles de remaches los que pueden entrar en estas estructuras.

El remache se presenta ya provisto de una cabeza, con lo cual la función del remachador consiste en introducir la espiga por los taladros que al efecto llevarán las piezas a unir y remachar el sobrante de espiga hasta darle la forma necesaria, que será la que tiene la cabeza de origen. El remache se hace en caliente a fin de aumentar la maleabilidad del material.

Queda dicho que todo remache consta de dos partes: la cabeza y el núcleo o espiga; pero falta decir que las dimensiones de la primera dependen del diámetro de la segunda. Es decir: que lo característico de un remache es el diámetro de su espiga. Así, diremos que necesitamos un remache de 12 mm, uno de 20 mm, etc., entendiendo con ello que su diámetro será de los milímetros citados y que su cabeza tendrá las dimensiones que le corresponden según este diámetro. ¿Cuáles serán estas dimensiones?

Vamos a dar la relación que existe entre el diámetro del vástago y su cabeza, pero antes digamos que no todos los remaches son iguales, puesto que la cabeza puede variar de forma según sea la aplicación del roblón.

Ahí tiene usted un gráfico en el que por medio de cotas viene detallada la relación existente entre las dimensiones de la cabeza y el diámetro de la espiga del remache. Creo sinceramente que más claridad es imposible. Vea cómo todas las cotas están en función de *d*, si llamamos *d* al diámetro.

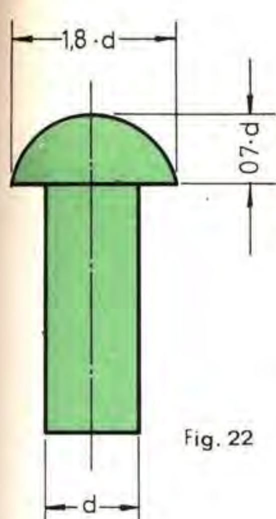


Fig. 22

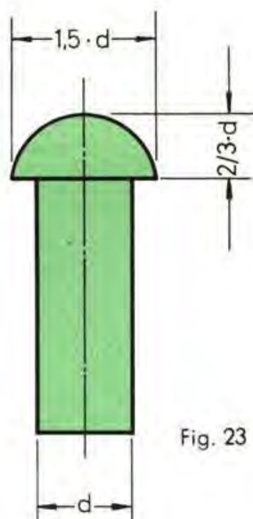


Fig. 23

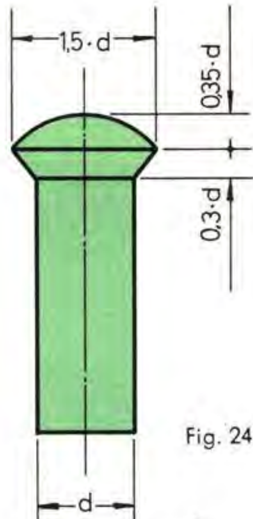


Fig. 24

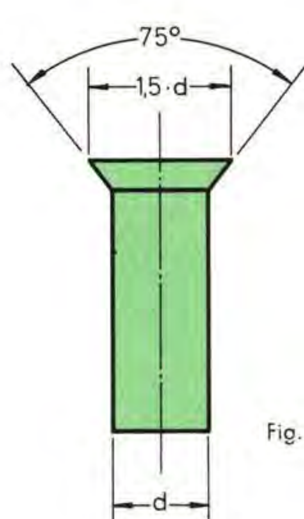


Fig. 25

TORNILLOS

La popularidad de los tornillos es algo indiscutible. Creo que no hay nadie en el mundo civilizado que desconozca lo que es un tornillo. Su aplicación en toda clase de máquinas y estructuras metálicas es de primerísima necesidad. Al hablar de una persona que no está en sus cabales, se dice con frecuencia que le falta un tornillo, usando este símil por cuanto se relaciona la existencia de todos los tornillos necesarios con el funcionamiento normal de una máquina.

Perno o tornillo es un elemento de fijación desmontable que, como el roblón, consta de una cabeza y una espiga con la característica de su rosca. Una rosca, en términos vulgares, viene a ser una hendidura continua que corre a lo largo de la espiga del tornillo siguiendo un movimiento en espiral. Lo que en el roblón era la cabeza remachada se convierte en el tornillo en la tuerca que, ajustándose a la rosca de la espiga y mediante un movimiento de rotación, avanza por la rosca hasta aprisionar las dos o más piezas que atraviesa el tornillo. Muchas veces se coloca una arandela entre la pieza a fijar y la tuerca.

La cabeza de los tornillos empleados para la fijación de grandes estructuras metálicas acostumbra ser de forma hexagonal; y entre esta cabeza y la espiga del tornillo (concretamente su diámetro) existe una estrecha relación. Al igual que en los roblones, las cotas de la cabeza de los tornillos dependen del diámetro de su rosca, o sea, de su espiga.

Todas las cotas de la cabeza de un tornillo y también las de la tuerca que le corresponde dependen del diámetro del hexágono que forman. Este diámetro se designa por la letra *e*, dimensión que está en función del diámetro de rosca de la espiga correspondiente. Esta relación por la que podemos calcular la *e* de cualquier tornillo es la siguiente:

$$e = 1'6 \times d + 5 \text{ mm}$$

Hallado el valor de *e* ya podemos dibujar el tornillo. Observe en los dos gráficos que siguen cómo todas las cotas de la cabeza del tornillo dependen de *e*, que, a su vez, depende del diámetro de rosca.

Y, hablando de roscas, debemos poner en claro que fundamentalmente hay dos tipos de ellas: las que se miden en milímetros, llamadas *métricas*, y aquellas que se miden por pulgadas, llamadas *roscas Whitworth*.

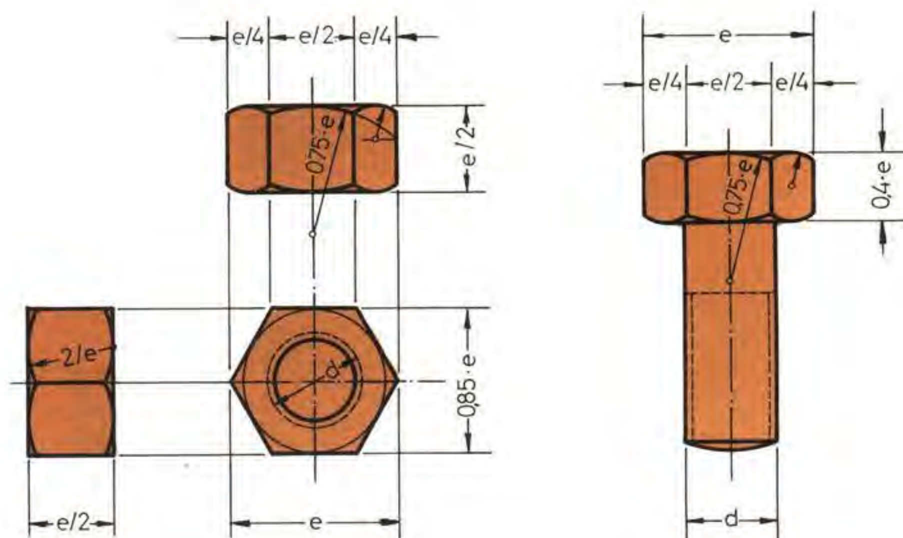


Fig. 26

El tipo de rosca de un tornillo se indica en el plano de la forma siguiente:

a) Con una W si se trata de una rosca Whitworth, añadiendo el diámetro de la rosca expresada en pulgadas. Así, por ejemplo:

W 3/4 quiere decir rosca Whitworth de 3/4" de ∅ de rosca.

b) Con una M si se trata de una rosca métrica, seguida de dos números, el primero de los cuales indica el diámetro de rosca y el paso de rosca el segundo. Así, si en un plano vemos en un tornillo la notación M 22 × 2'5, leeremos: rosca métrica de 22 mm de ∅ y 2'5 mm de paso de rosca. La M, empero, se suprime casi siempre, puesto que al indicar medidas en milímetros es evidente que se trata de una rosca métrica.

Quizás es ésta buena ocasión para recordar que en la lección segunda, al hablar del pálmer o tornillo micrométrico, se explicó lo que era el paso de rosca de un tornillo. Si lo cree conveniente dé una repasadita al capítulo de FÍSICA de la lección.

Y para terminar, vamos a dar una tabla con la cual podremos hallar cuantos datos se precisan para dibujar cualquier tornillo, tuerca, arandela y taladro por el que deba pasar el tornillo.

Por ejemplo: Si en una unión calculamos que tendremos un esfuerzo a tracción de 4.000 Kg y contamos con tornillos de acero cuya carga admisible es de 600 Kg/cm², la tabla nos dice que podemos emplear para dicha unión un tornillo de ∅ = 36 mm, puesto que con un coeficiente de tracción de 600 Kg/cm² es capaz de resistir una carga admisible de 4.370 Kg, superior a los 4.000 calculados. También podemos solucionar la unión mediante dos tornillos W 1", cada uno de los cuales resiste 2.145 Kg.

Tampoco sería mala solución decidirse por tres tornillos W 7/8" (1.620 × 3 = 4.860 Kg), etc. Las posibilidades quedan todas en la tabla.

TABLA PARA TORNILLOS, TUERCAS Y ARANDELAS

Medidas en milímetros

Diámetro nominal de rosca		Carga admisible en Kg. (Trabajando a tracción a un coeficiente en Kg./cms2 de):				Medida de la cabeza	Agujero de paso, para un trabajo de:			Arandela adecuada	
Whit-worth	Métrica	500	600	700	800	E	mecánica fina	normal	Agujeros salidos de fundición. Ø interior arandelas	Ø exterior	Grueso
	1					3,5	1,1	1,3			
	1,2					4	1,3	1,5			
	1,4					4	1,5	1,8			
	1,7					4,6	1,8	2,1			
	2					5,2	2,2	2,4			
	2,3					5,8	2,5	2,8			
	2,6					6,4	2,8	3,1			
	3					6,9	3,2	3,6			
	3,5					8,1	3,7	4,2			
	4					9,2	4,3	4,8			
	5	60	70	85	95	10,4	5,3	5,8			
	6					12,7	6,4	7,0	7,0	14	1,5
1/4"		90	105	125	140	12,7	6,7	7,4			
	18					16,2	8,4	9,5	10,8	18	2
5/16"	8					19,6	9,5	10,5	10,5		
	9					19,6	10,0	11,0	12,5		
3/8"		220	265	310	355	19,6	10,5	11,5	13		
	10	245	295	345	395	21,9	12,0	13,0	14	24	3
7/16"	11					25,4	13,0	14,0	15		
	12	360	430	500	575	25,4	13,5	15,0	16	28	3
1/2"		390	470	550	630	25,4	15	16,0	18		
	14					31,2	17,0	18,0	20	34	3
5/8"	16	670	795	940	1075	36,9	19,0	20,0	22		
3/4"		980	1175	1370	1570	36,9	20,0	22,0	24	40	4
	20	1075	1290	1500	1715	36,9	21,0	23,0	25		
7/8"	22	1350	1620	1890	2160	41,6	23,0	25,0	27	45	4
	24	1550	1850	2160	2470	41,6	25,0	27,0	30		
1"		1790	2145	2500	2860	47,3	26,0	28,0	31	52	5
	27					47,3	28,0	30,0	33		
	30	2480	2980	3470	3970	53,1	31,0	33,0	36	58	5
1 1/4"		2890	3460	4040	4620	57,7	33,0	35,0	38	62	5
	33					57,7	34,0	36,0	40		
	36	3640	4370	5100	5820	63,5	37,0	39,0			
1 1/2"		4190	5030	5870	6710	69,3	40,0	42,0	45	75	6
	39					69,3	40,0	42,0	45		
	42					75,0	43,0	45,0	49	80	7
1 3/4'	45	5660	6790	7920	9050	80,8	46,0	48,0	52	85	7
	48					86,5	50,0	52,0	56	92	8
2"	48	7460	8950	10440	11930	92,4	53,0	55,0	60	98	8

Proyectos 1

CONSTANTES QUE INFLUYEN EN LA CONCEPCION DE UN PROYECTO

FUNCION Y BELLEZA

El hombre se ha lanzado a construir movido en primer lugar por imperativos de tipo funcional. Ha necesitado, por ejemplo, resguardarse del frío; y como consecuencia de esta necesidad ha aprendido a vestirse. Cuando las condiciones climatológicas se hicieron insoportables, el hombre habilitó los abrigos naturales que encontraba en su peregrinar de nómada; así pasó de hacer una vida enteramente al aire libre a poseer su primera y rudimentaria habitación.

El hombre de las cavernas es cazador. Vive exclusivamente de la caza, de la carne de los animales que captura en lucha cotidiana para hacerse con su sustento. En estas condiciones es lógico que las necesidades de habitación sean mínimas, puesto que, empleando una expresión actual, diríamos que aquel hombre nunca paraba en casa. Pero, a pesar de esta circunstancia que fatalmente convierte al hombre en un ser eminentemente práctico preocupado por perfeccionar sus pertrechos de caza tanto para atacar como para defenderse, surge de su rudimentaria inteligencia otra necesidad: la de embellecer el ambiente en que vive, si bien es parecer de los modernos investigadores que las manifestaciones artísticas del hombre primitivo más responden a un sentimiento religioso de tipo totémico que a un deseo de emociones estéticas.

Sea como fuere, el caso es que paralelamente a la actividad constructora del hombre, encaminada a conseguir habitaciones e instrumentos que cumplan con un funcionalismo propio, aparece el arte de la decoración, encaminado a embellecer las formas funcionales surgidas al imperio de una necesidad. Primero surge el proyecto concebido para solucionar la función específica a que se le destina. Luego, la forma resultante se hace campo de experiencias estéticas.



Un bello ejemplo de arte prehistórico.

Bisonte macho de las Cuevas de Altamira, en Santander (España).

Es de admirar el gran sentido de la estilización y análisis del movimiento del hombre de las cuevas.

Fig. 27

Estas son las dos primeras constantes que se manifiestan en la sección creadora de la Humanidad, constantes que se hacen más patentes en cuanto la Humanidad descubre el arte de la agricultura, circunstancia por la cual las primeras tribus nómadas que caminaban en busca de lugares propicios para la caza se convierten en sociedades sedentarias.



Vasijas prehistóricas de barro cocido.

La forma funcional ha sido decorada; se ha hecho campo de experiencias estéticas.

Fig. 28

Es entonces cuando la habitación se hace estable; cuando surge el sentido de la propiedad y cuando en consecuencia existe la preocupación de que esta habitación represente la solución a todas las necesidades familiares. Surge la casa propiamente dicha.

CLIMA Y MATERIA

Ciertamente: la vivienda responde siempre a las necesidades que el hombre debe satisfacer para poder vivir con comodidad; pero ¿de qué dependen estas necesidades...? Son muchos los factores contribuyentes, mas quizás el principal de ellos sea el clima. Es muy distinto vivir en un país de régimen glacial que hacerlo en un país de clima tropical. Las costumbres, la actividad humana, forzosamente deben ser distintas, y por lo tanto distinta también la morada humana. No podemos comparar la choza de las tribus africanas construida con elementos vegetales con el iglú o casa de hielo de los pueblos esquimales. La primera es propia de

un país cálido en donde hay que resguardarse del calor y en el que la vegetación es lo que el hombre tiene más a mano para convertir en material para la construcción; la segunda es una vivienda apropiada para defenderse del frío (aunque parezca mentira) hecha con el único material que el hombre polar tiene a mano: hielo y nieve helada. También la técnica y forma exterior de ambas construcciones difieren notablemente. No es lo mismo idear una construcción sólo destinada a resguardar al hombre de los rayos del Sol y a salvaguardar su intimidad familiar que imaginar una estructura que pueda aguantar el enorme peso de la nieve que pueda acumularse sobre ella en tiempos de temporal y ventiscas.

¿Cuáles son, pues, las constantes que han moldeado lo que podríamos llamar el estilo de estas dos primitivas construcciones...? El clima por un lado y por otro los materiales que el mismo clima pone a disposición del hombre.

En todas las manifestaciones artísticas, *la materia condiciona el estilo;* y en el arte de construir de una manera muy especial.



Fig. 29

La materia condiciona el estilo. Son incomparables la morada del pigmeo y la del esquimal.

Fundamentalmente, los materiales que han permitido la evolución de la arquitectura son la madera y la piedra, pareciendo que todas las estructuras de piedra que representan un hito en la historia del arte de la construcción se han ensayado primero en madera. Por lo menos en las culturas indo-europeas, esta circunstancia parece comprobada.

Un ejemplo clásico de este progreso es el de la estructura básica del templo griego. Todos los elementos estructurales aparecen primero en madera y tienen más adelante su réplica en piedra con las ventajas de solidez que ello representa. La piedra es, por excelencia, el material de la construcción hasta que aparecen las modernas técnicas de las estructuras metálicas y del hormigón armado. Hemos dicho la piedra, pero debiéramos añadir también el barro, que en su modalidad de tochos cocidos aún hoy en día es elemento casi indispensable en la construcción.

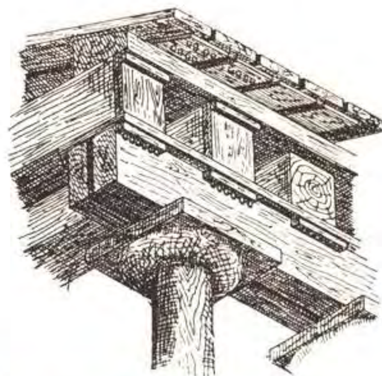


Fig. 30



La estructura del orden dórico aparece primero en madera. Vea al margen la réplica posterior en piedra.

Fig. 31

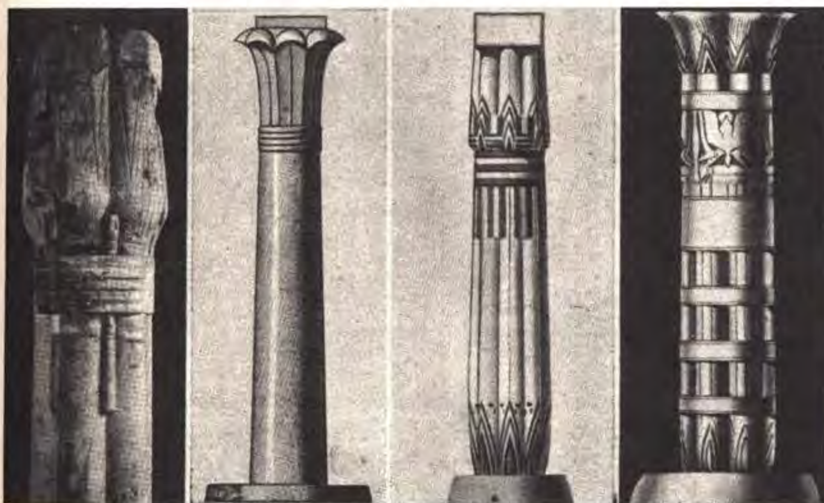


Fig. 32

Otro ejemplo de la influencia del medio ambiente en la creación de formas. Columnas egipcias inspiradas en formas vegetales: el loto y el papirus, abundantes en las riberas del Nilo.

LA TECNICA

He ahí la palabra mágica: la técnica. Es evidente que estas constantes que influyen en la concepción del proyecto que son la necesidad funcional, el embellecimiento, el clima y la materia, han evolucionado en formas distintas de acuerdo con el progreso técnico experimentado. Templos

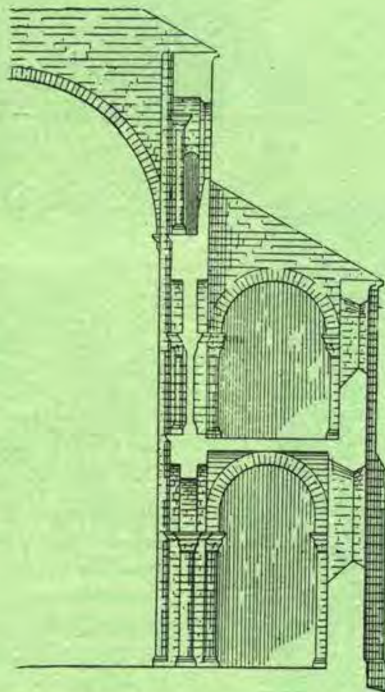
son las construcciones de Karnak en el antiguo Egipto, templos las construcciones de la Acrópolis ateniense y templos las catedrales góticas. Sin embargo, ¡qué diferencias tan notables! La piedra es siempre la materia, pero la forma de trabajarla es muy distinta. La materia condiciona el estilo, pero la técnica condiciona las posibilidades de la materia.

La luz, por ejemplo, ha representado a lo largo de la Historia uno de los factores decisivos para el avance técnico de la construcción. La necesidad de permitir el paso de la luz al interior de los edificios es uno de los problemas cuya solución más ha contribuido a la evolución del arte de la construcción.

El paso de la luz sólo se consigue por medio de aberturas; pero estas aberturas, en las primeras construcciones pétreas, debían reducirse a un mínimo a fin de no debilitar la misma estructura del edificio. Sobre todo en los países europeos, una vez desaparecidas las culturas greco-romanas, es manifiesto el esfuerzo realizado por el hombre para dotar de luz el interior de sus edificios. Desde las construcciones lombardas, pasando por el primer y segundo románico hasta desembocar en las soluciones góticas en las que en teoría pueden desaparecer las paredes, es evidente el progreso encaminado a dotar a los edificios del máximo de aberturas.



Fig 34



Es evidente la mayor superficie de luz que permite la estructura gótica (superior) que la que permite una estructura románica (izquierda).

Fig 33

Es ocioso decir que las modernas estructuras de hormigón y la posibilidad de fabricar cristales de gran superficie han dado a la arquitectura posibilidades de iluminación insospechadas.

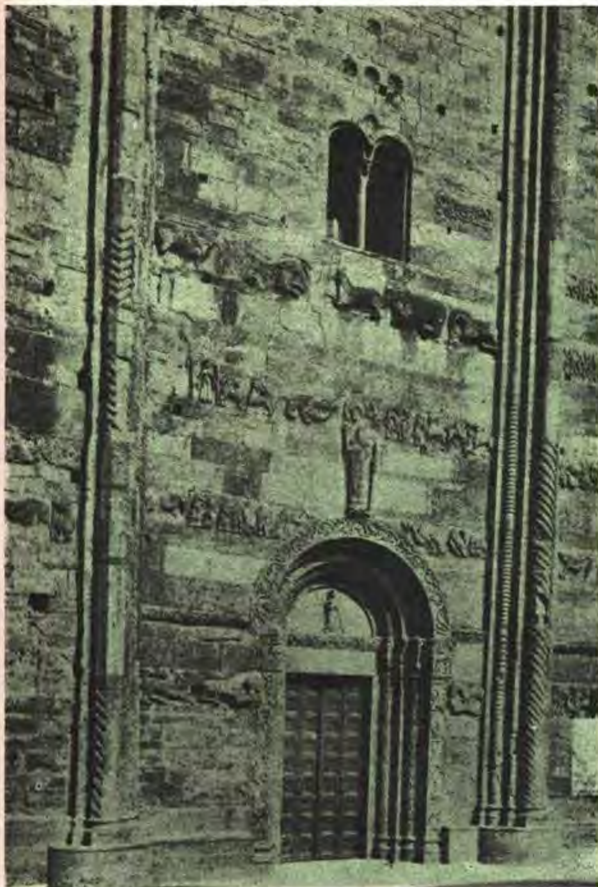


Fig. 35

La pobreza de aberturas en una fachada románica contrasta con la grandiosidad de una abertura gótica.

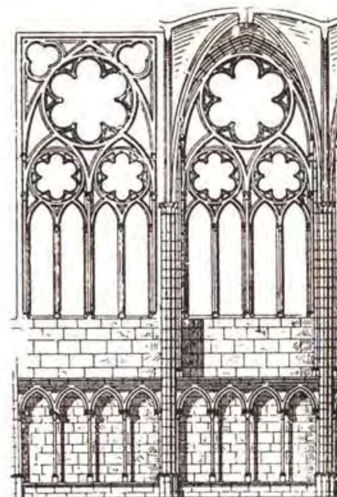


Fig. 36



Fig 37

Gracias a las técnicas actuales, las posibilidades de luz son enormes

LAS IDEAS Y LA ESTRUCTURA SOCIAL

El hombre siempre ha vivido en sociedad, pero las ideas que han informado la estructura social humana no siempre han sido las mismas. Por lo mismo, las necesidades de la vivienda, en cuanto es expresión de la vida social del hombre, también han evolucionado.

En las antiquísimas civilizaciones del Egipto y la Mesopotamia la arquitectura civil carece de toda importancia. El templo y los edificios funerarios acaparan todo el afán constructor de aquellos pueblos... sin olvidar, empero, las construcciones militares tan importantes para la defensa de las ciudades. Grecia y Roma siguen esta tónica, pero añadiendo las manifestaciones arquitectónicas que surgen de su especial estructura política y social (teatros, circos, termas. gimnasios) y de la imperiosa necesidad de dotar al imperio de vías de comunicación capaces de ligar con la metrópoli los pueblos conquistados (carreteras, viaductos), y también la necesidad psicológica de dar al conquistado y a los propios conquistadores una sensación de poderío y de dominio (arcos triunfales, monumentos conmemorativos, etc., etc.).

La estructura feudal de la Europa de los siglos VIII al XIII trae con el debilitamiento del poder real un caos de luchas internas entre señores que eran dueños totalitarios del feudo donado de buena o mala gana por el monarca. El señor feudal, y con él su familia y demás deudos, vive en continua lucha con su vecino y aún con el mismo rey. Paralelamente, y debido al mismo debilitamiento del poder, surge el bandidaje en gran escala. ¿Consecuencia de ello en el arte de la construcción? Surge la mansión fortaleza, el castillo; enorme estructura de piedra con grandes dependencias para los pertrechos militares y para servir de auténticos cuarteles. Formas pensadas para obtener el máximo de posibilidades de blanco desde su interior y a la vez ofrecer las mínimas desde el exterior. Foso de agua cruzado por un puente levadizo como única entrada, etc.



Fig. 38

Una bella muestra de construcción medieval: murallas y torre de la Justicia de la Cité de Carcassonne, en Francia.

Cuando el poder real se consolida, cuando la nobleza deja de ser un adversario para el rey y la nobleza guerrera se convierte en nobleza cortesana, el castillo deja de tener una razón de ser, y aparece en oposición la construcción palaciega. El palacio surge como lugar de reunión de las clases pudientes, crisol de todos los refinamientos y verdadero templo de las artes. Desaparecen las murallas, sustituidas por verjas generalmente altas que sólo dejan ver una pequeña parte del edificio. El palacio está vedado al pueblo; es el imperio de los nobles, que parece que tiene por principal misión hacer todo de modo que trabajen los demás a fin de no trabajar ellos.

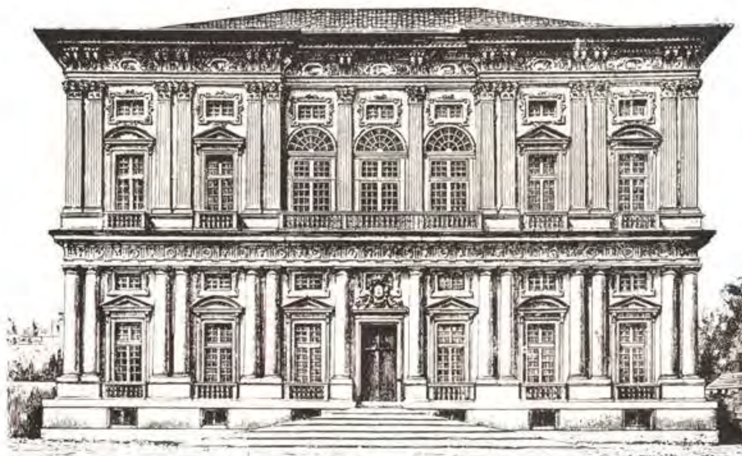


Fig. 39

He ahí un magnífico ejemplar de construcción palaciega: el palacio Scossi, en Génova, Italia.

Pero en el siglo XIV aparece un nuevo estamento social destinado a producir la mayor revolución social de todos los tiempos. Aparece la burguesía, el hombre que trabaja y que cobra por su trabajo, el hombre que opone al poder de la nobleza la necesidad de su trabajo y otro poder al que deberá doblegarse el más linajudo varón: el dinero.

La cultura es ya una necesidad; el comercio eleva el nivel de vida y con ello las necesidades de comodidad y de higiene en la casa burguesa. La vivienda del pueblo, que durante muchos siglos tuvo por característica su pequeñez y miseria, se hace más espaciosa; los confines amurallados de la ciudad ya no permiten el desarrollo normal de la sociedad que progresa.

Total: los piquetes de demolición derriban las murallas y la ciudad se extiende más allá de sus límites primitivos.

EL PROPIETARIO Y EL AYUNTAMIENTO

Observamos, pues, cómo la forma de construir va evolucionando continuamente, puesto que el hombre se amolda a nuevas costumbres que repercuten en el arte de proyectar.

Desde luego, el proyectista influye en esta evolución, puesto que como creador tiene sus propias ideas, su fuerza creadora que le lleva a estructurar un edificio según su propia manera de pensar y en razón directa del dominio técnico que le permitirá manejar con mayor o menor soltura los materiales de que disponga.

Pero, como en todas las cosas, un edificio se construye cuando hay alguien dispuesto a acarrear con los gastos que supone. Generalmente, quien paga quiere que las cosas se hagan a su gusto, gusto que por desgracia no siempre coincide con el del proyectista.

El resultado de los dispares gustos entre propietarios, y también del dudoso gusto de muchos arquitectos y proyectistas, lo tenemos a la vista en muchas ciudades que cuentan años de existencia: este abigarrado montón de edificios dispares puestos en fila, *pensados* cada uno por separado sólo para satisfacer las exigencias de su propietario y sin tener en cuenta ninguna idea de conjunto que beneficie la belleza y armonía total de la urbanización. Es evidente, y muy humano, que si se dejase hacer al propietario según su libre arbitrio la ciencia urbanística dejaría de existir para convertir los núcleos urbanos en informes montones de cemento y ladrillo.

Cuando el propietario encarga la construcción del edificio, hay que pensar automáticamente en el emplazamiento del terreno, que según esté enclavado en una zona u otra requerirá un tipo determinado de edificación. No se podrá edificar una vivienda de tipo unifamiliar, por ejemplo, entre dos edificios de siete pisos. Sería un contrasentido. Dado el terreno y su situación, las ordenanzas municipales señalarán como cosa inmediata una altura máxima edificable, una profundidad máxima a construir desde la alineación de la fachada, la posibilidad de edificar sobre el volumen específico uno o dos áticos retrasados de fachada a 45°, etc. De estas constantes, de las que el proyectista no se podrá apartar, deberá partirse para la conclusión del proyecto. Dentro del espacio permitido, estarán todas las características exigidas por el propietario.

Prácticas de dibujo en construcción 1

INDICACION DE LA ORIENTACION DE UN PLANO
ESQUEMA DE REALIZACION DE UN PROYECTO DE EDIFICACION

En todo plano de un terreno, ya sea de un terreno de grandes proporciones —como el mapa de España o de Europa por ejemplo—, ya sea de pequeñas proporciones —como el plano de un solar destinado a la edificación de una casa—, es preciso indicar *siempre* cómo está orientado; eso es: es necesario indicar en qué dirección está el Norte

No hay ninguna norma (en dibujos y planos de construcción hay mucha libertad para las imaginaciones despiertas) que diga la forma de indicar la dirección y sentido de este norte, es decir, de orientar el plano. Cada delineante, cada aparejador, cada decorador, cada arquitecto, elige una forma distinta, original y propia de indicar la orientación del plano.

No vamos a dar un tipo único e inamovible de indicación. Vamos a dar unas ideas generales de cómo se logra un tipo original, personalísimo, para indicar el Norte. Luego, basándose en nuestras ideas, usted elegirá la variación que más le apetezca, introduciendo variaciones a su vez, con lo que esperamos que de la imaginación de cada uno surjan tipos inéditos de indicaciones del Norte.

La forma más simple, indiscutiblemente, de indicar una dirección y sentido es una flecha, tal como la de la figura 40. Es costumbre rodearla de un círculo, con lo que nos quedará como puede verse en la figura 41.

Sobre esta forma elemental de indicación de la orientación de un plano han ido surgiendo, a través de los tiempos, una infinidad de variaciones, según la imaginación, el ingenio y el gusto de los dibujantes.

La primera variación que sale al paso es la representada en la figura 42: el círculo único se ha convertido en dos círculos concéntricos. Y a partir de los tipos de las figuras 41 y 42, rellenando convenientemente en negro diferentes partes, pueden salir los tipos representados en las figuras 43, 44, 45 y 46.



Fig. 40

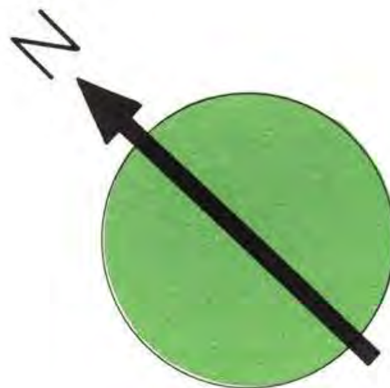


Fig. 41

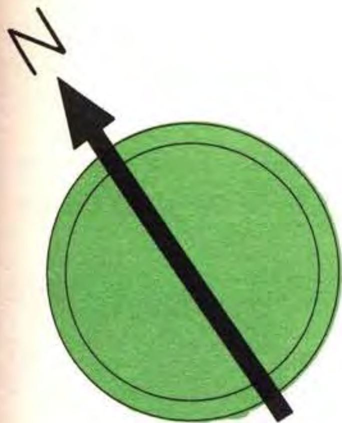


Fig. 42

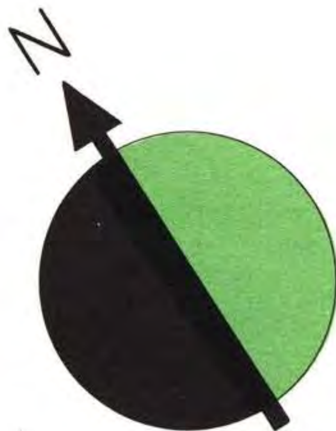


Fig. 43

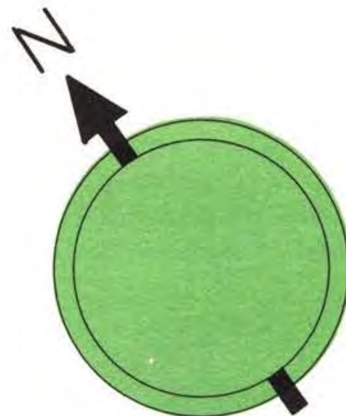


Fig. 44



Fig. 45

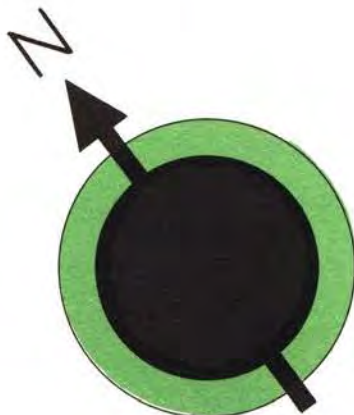


Fig. 46

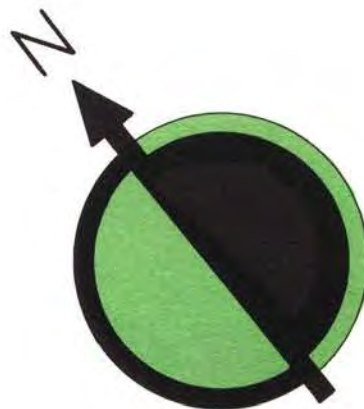


Fig. 47

Partiendo de la figura 44, llegamos a obtener la figura 47. Y suprimiendo la parte de flecha interior al círculo de la figura 41, obtenemos el tipo de la figura 48. Este, a su vez, si rellenamos de negro todo el círculo, nos da otra variedad, representada en la figura 49.

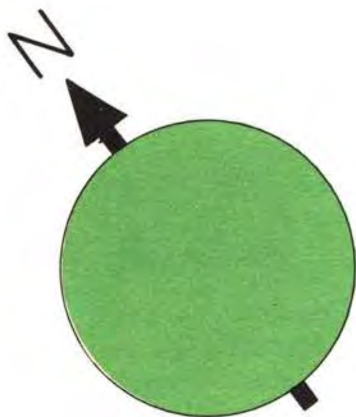


Fig. 48



Fig. 49

Si ahora, en vez de dos círculos, dibujamos tres, no es preciso decir que saldrán otras variaciones. Pero este camino ya queda indicado, y dejamos vía libre al alumno para que desarrolle sus gustos e inclinaciones.

Mientras, nosotros vamos a ver otras variaciones posibles que pueden introducirse en el tipo fundamental de la figura 41. Este tipo consta de tres elementos: el círculo, la flecha y la letra N, indicadora del Norte. Podemos, pues, variar una cualquiera de estas tres cosas, o dos a la vez, incluso las tres simultáneamente.

Vistas algunas variaciones ya del elemento *círculo*, veamos ahora variaciones del elemento *flecha*.

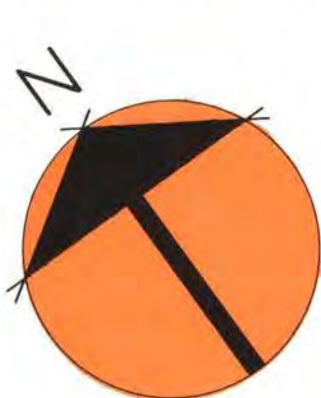


Fig. 50

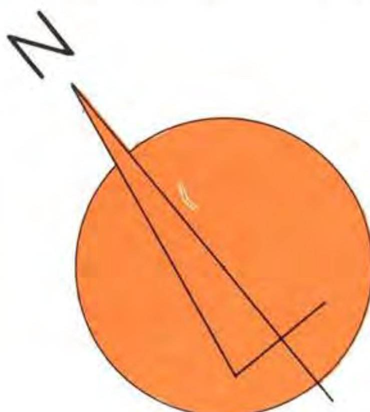


Fig. 51

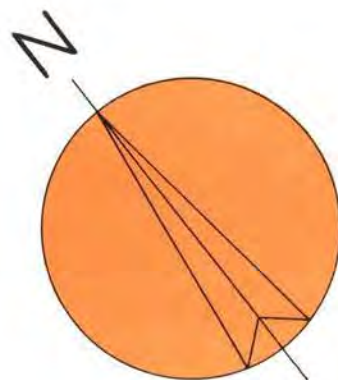


Fig. 52

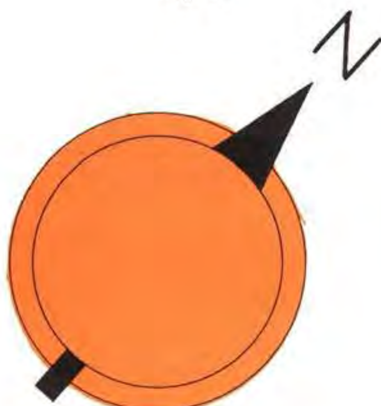


Fig. 53



Fig. 54



Fig. 55

Presentamos, a través de las figuras 50, 51, 52, 53, 54 y 55, diferentes tipos de flechas, la mayoría de ellas de líneas modernas, pues no debemos olvidar en ningún momento que hemos de dibujar en el siglo XX y para el siglo XX.

En la figura 56 se ha sustituido la flecha por la aguja de una brújula como nota original de indicación de orientación.

Ahora bien: todos estos diferentes tipos de flechas ni qué decir cabe que admiten un sinfín de variaciones, combinándolas con variaciones del círculo o círculos, con rellenos de espacios en negro, en blanco, en rayado, etc.

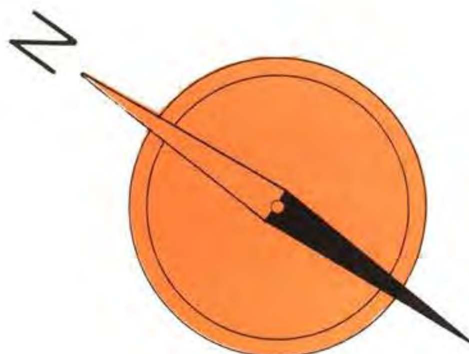


Fig. 56

Al mismo tiempo estas flechas pueden ser más o menos alargadas y pueden sobresalir o no de los círculos. Como ejemplo, hemos escogido el tipo de flecha representado en la figura 52 y hecho algunas variaciones con ella, las cuales presentamos en las figuras 57 a 62.

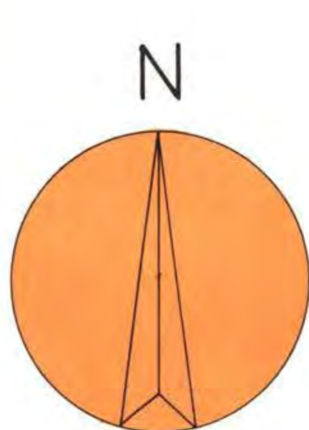


Fig. 57

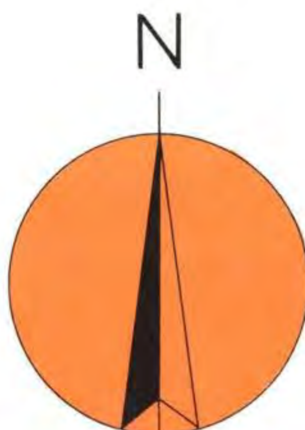


Fig. 58

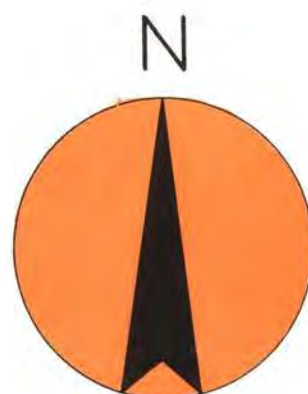


Fig. 59



Fig. 60

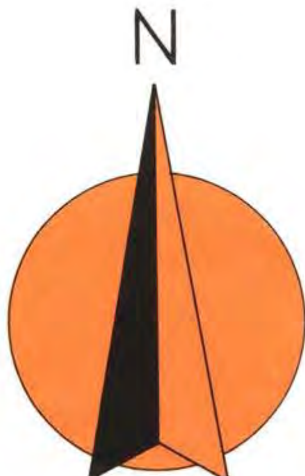


Fig. 61



Fig. 62

Este mismo tipo de flechas admite otras variaciones, que dejamos a la libre imaginación del lector. Y otra infinidad de variaciones admiten los demás tipos de flechas. Son otros tantos campos que dejamos al lector para que vaya tanteando hasta encontrar un tipo, o varios, que le satisfaga por ser su propia creación estética.

Nosotros, entretanto, vamos a abrir nuevos horizontes, viendo variaciones del tercer elemento, el *N*, del que hablábamos al referirnos al prototipo de la figura 41.

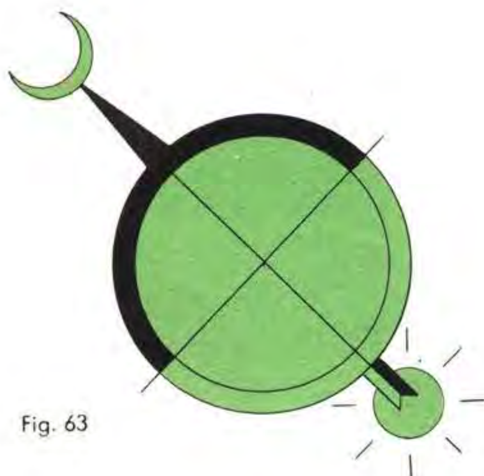


Fig. 63

En vez de una N para indicar el Norte y una S para indicar el Sur (orientación justamente opuesta al Norte), se indican también estas orientaciones por un Sol y una Luna, que quieren indicar el lado de las edificaciones en donde da generalmente el Sol, y el lado en donde generalmente no da. Dicho de otra forma, el lado cálido y el lado frío de las casas. En España, concretamente, el lado cálido es el Sur y el lado frío es el Norte. En España, pues, el Norte se indicará con una Luna y el Sur con un Sol. En la figura 63 se presenta un tipo de flecha en el que en vez de la típica N se representan un Sol y una Luna.

También, muchas veces, se ve la letra N indicadora del Norte sustituida por una flor de lis. Esta flor, cuya forma es la representada en la figura 64, admite también infinidad de variaciones, bien dibujando un tipo sumamente recargado, bien dibujando sólo el contorno, bien representando dicha flor con un tipo estilizado, simplificado.

Finalmente, y para no alargar más esta lección, que se convertiría, a poco que quisiéramos extendernos sobre el tema, en un tratado de gran número de páginas, vamos a decir que la flecha puede ser sustituida por una *rosa de los vientos*, que es la indicada en la figura 65. Al propio tiempo, puede suprimirse la N indicadora del Norte alargando más el brazo de la rosa de los vientos que corresponde a esta orientación. En la citada figura 65 así se ha hecho.

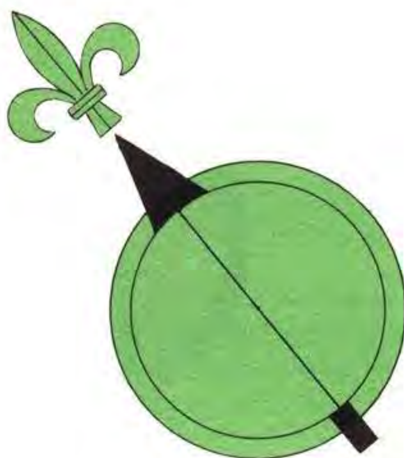
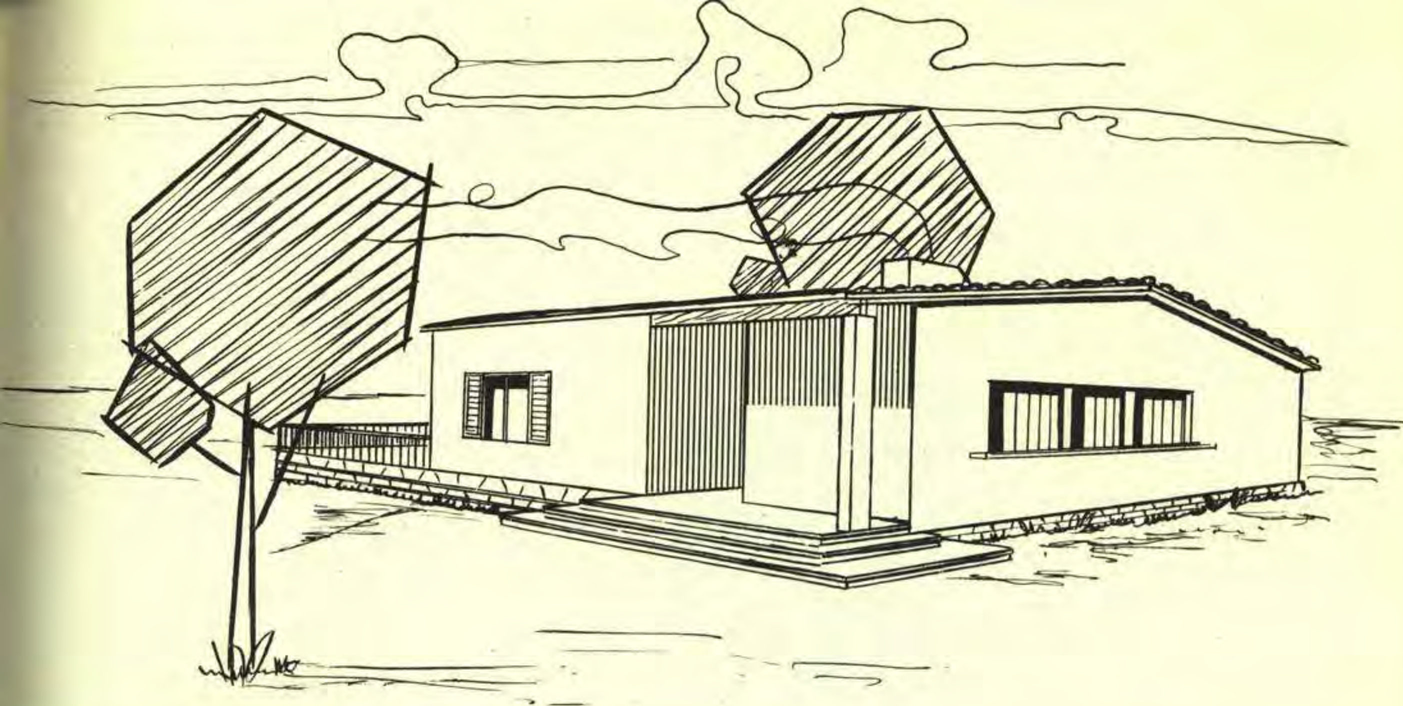


Fig. 64



Fig. 65



II - ESQUEMA DE REALIZACION DE UN PROYECTO DE EDIFICACION

Este 2.º capítulo de prácticas tiene por objeto orientarle en la forma de realizar un proyecto sobre una construcción cualquiera.

Como es natural, no vamos a entrar en detalles del mismo por la sencilla razón de que a estas alturas del método todavía desconoce usted una serie de pormenores que el estudio de los capítulos siguientes le irán descubriendo.

De una manera suscinta pues, vamos a tratar un proyecto cualquiera. Para ello hemos elegido un chalet de una planta que nos suponemos nos encarga un cliente para su construcción en un terreno de su propiedad.

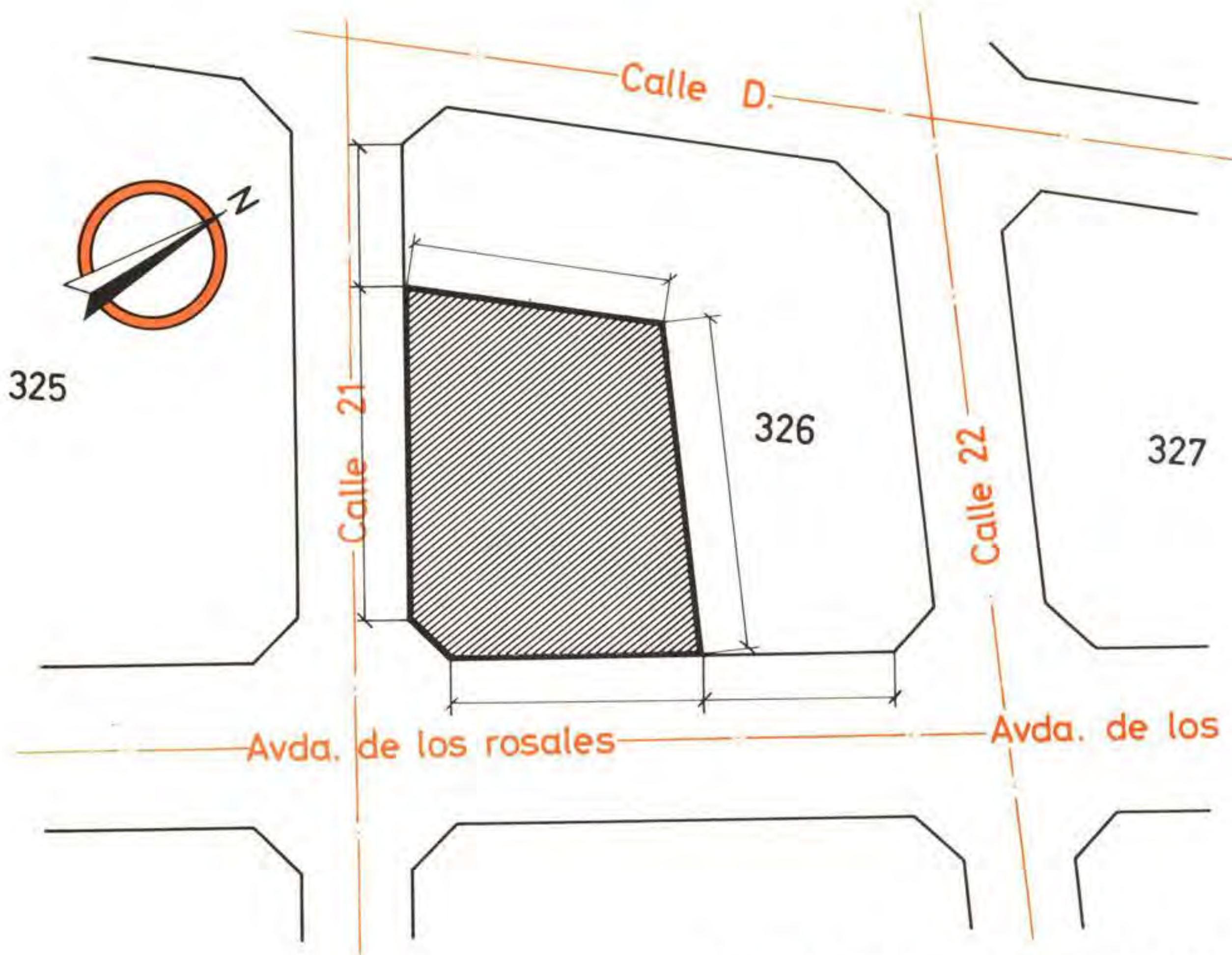
Naturalmente, la primera cuestión que hemos de afrontar es la del terreno en sí: Situación, y demás detalles a él concernientes.

A continuación se precisa levantar el croquis de la planta de acuerdo con las necesidades y deseos expresados por el propietario y con las limitaciones que las ordenanzas Municipales impongan. Luego vendrá la organización del plano de planta a escala para pasar después al estudio de los entramados, cubiertas y cimientos, y por último el proyecto de las distintas fachadas.

Veamos ahora en qué consiste lo ya expuesto:

PLANO DE SITUACION

El plano de situación es generalmente suministrado por el propietario de la finca. Como usted puede ver por el diseño que se inserta en la página siguiente no se limita a las dimensiones y forma del terreno en sí, sino que abarca también la zona circundante, en nuestro caso las calles adyacentes, lo que nos permite un estudio completo del mismo bajo todos sus aspectos.



PLANO DE SITUACION

CROQUIS DE PLANTA

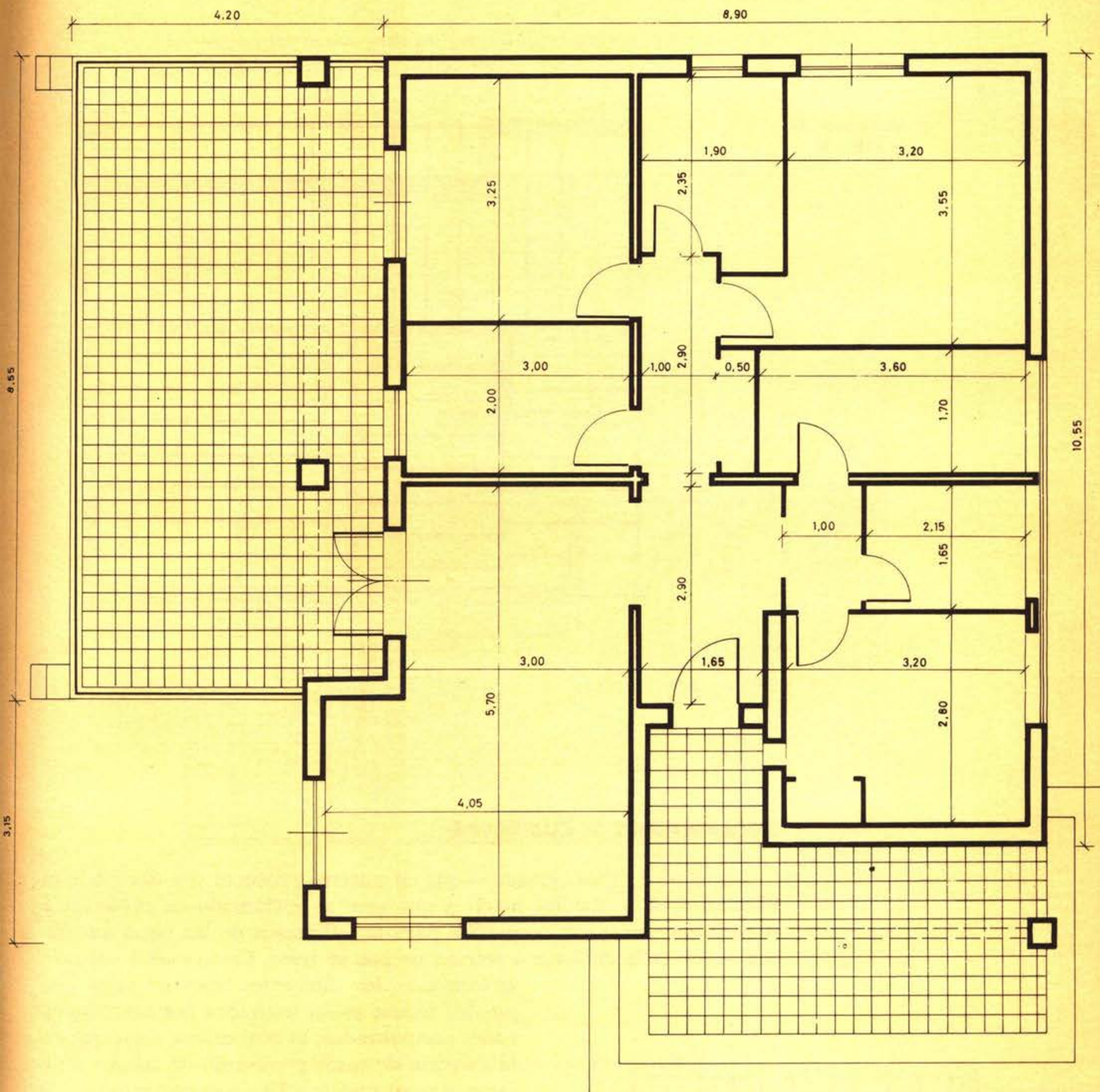
A la vista de la forma y dimensiones del terreno y su orientación y ubicación, el arquitecto facilita al delineante proyectista un croquis de la planta con la situación relativa de sus diferentes dependencias.

Este croquis va desprovisto de medidas y sobre él habrá de trabajar el proyectista para darle una forma más concreta y exacta.

PLANO DE PLANTA

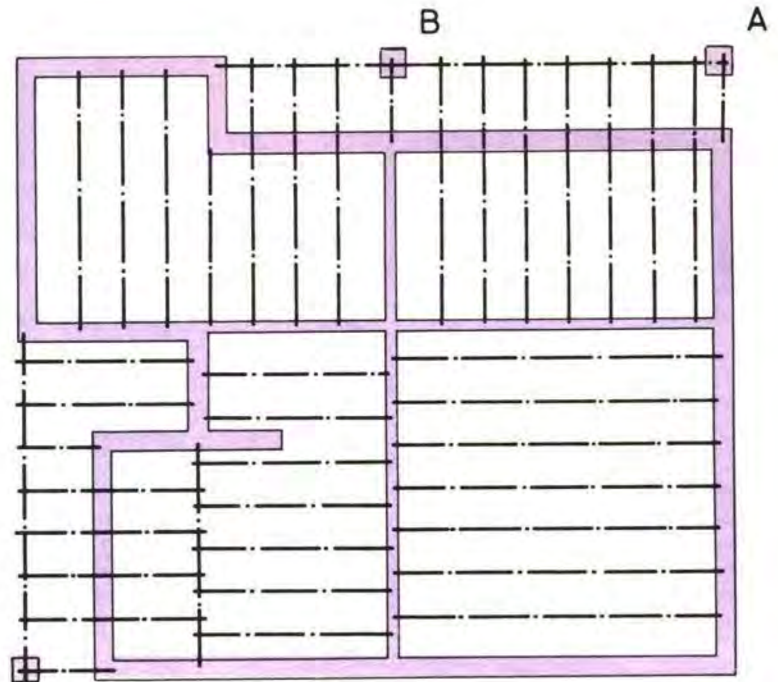
Se trata de realizar a escala, generalmente 1:100 ó 1:50, la planta del croquis anterior, dándole las dimensiones apropiadas a cada dependencia de acuerdo con la función a que se destine. Como es natural quedan convenientemente indicados los diferentes tipos de paredes, esto es, muros medianeras y tabiques.

En la página siguiente se ilustra el plano definitivo de planta.



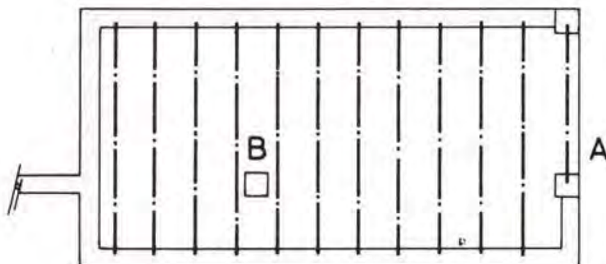
PLANO DE PLANTA

Entramado de la cubierta



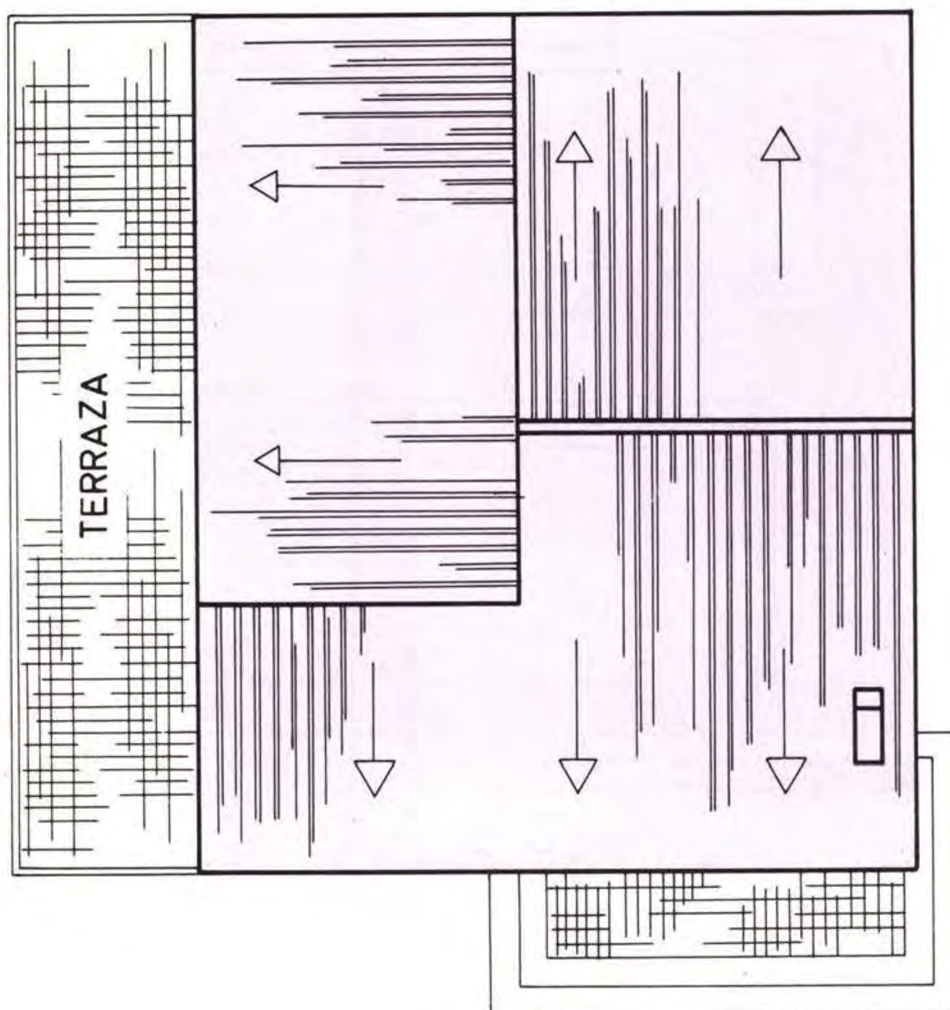
ENTRAMADOS Y CUBIERTAS

Los planos de entramado —que en nuestro proyecto son dos (debido a encontrarse a distinto nivel) y que son: el entramado de cubiertas y el de la terraza— son necesarios para la indicación de las vigas que deben soportar la cubierta o terraza de que se trate. Como podrá ver posteriormente, los diferentes tipos de vigas que pueden usarse están limitados por unas longitudes normalizadas, lo cual quiere decir que en la mayoría de casos precisarán de apoyos o pilares para su sustentación, apoyos o pilares que discurren de arriba abajo de la construcción, verticalmente, y en los puntos clave elegidos al efecto. Observará que los pilares A y B que le señalamos en el plano de cubierta atraviesan la terraza y por consiguiente quedan indicadas sus posiciones en el entramado de la terraza, como asimismo en los planos de cimientos correspondientes.



Entramado de la Terraza

En el plano de cubiertas se indican las direcciones y pendientes para los desagües (véase lección 11 de Tecnología).

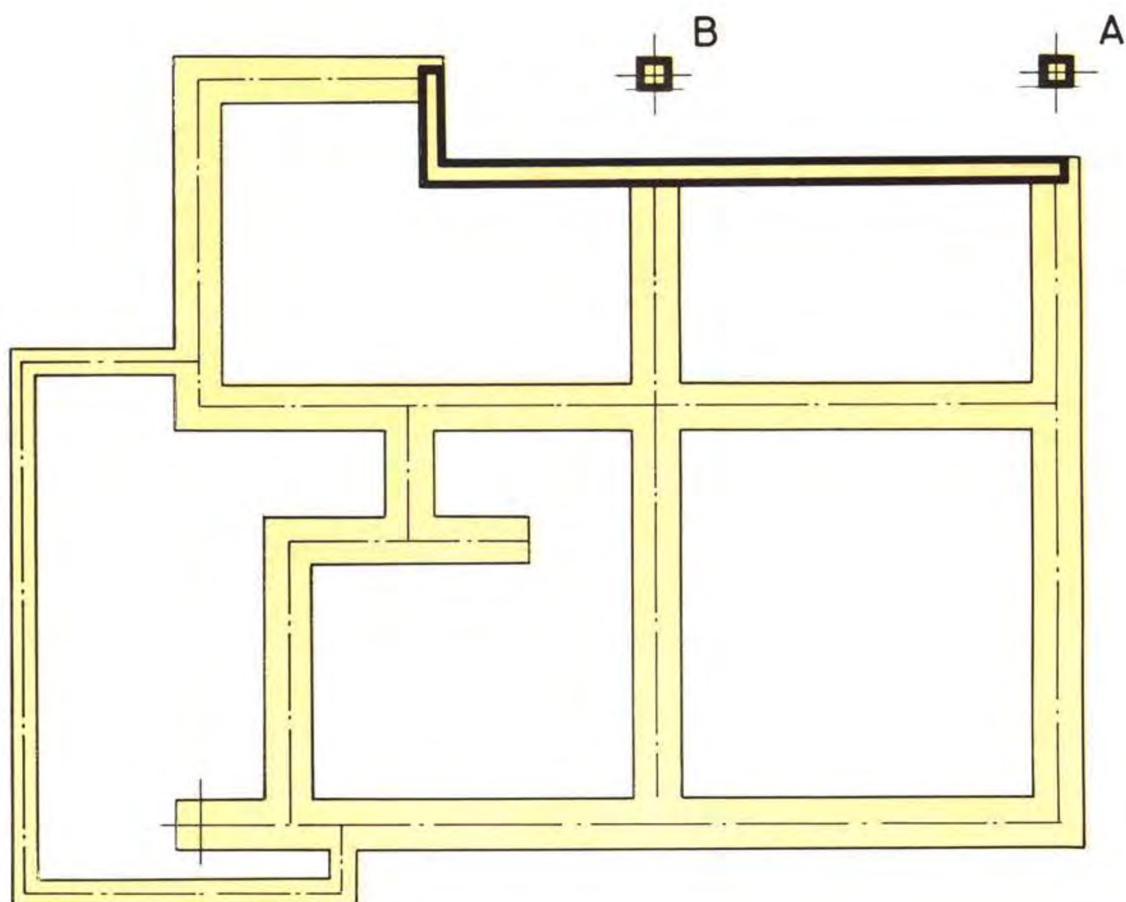


Plano de cubierta (pendientes 10° o)

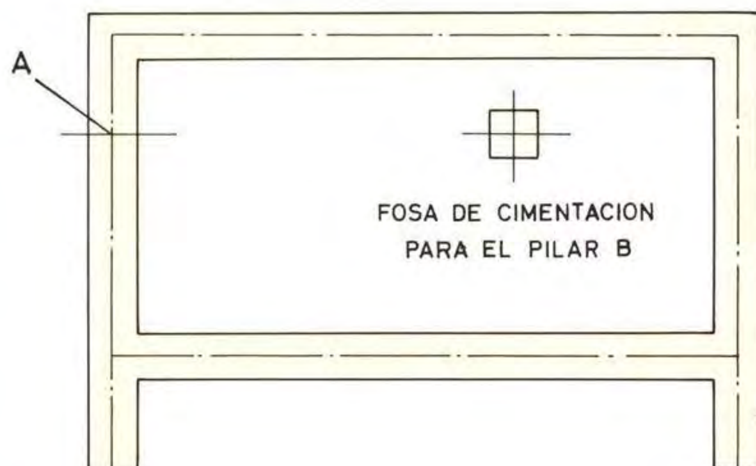
PLANOS DE CIMENTACION

Observará usted que hemos incluido dos planos de cimentación (ver página siguiente): el del chalet propiamente dicho y el de la terraza-garage, debido a que están a diferente nivel.

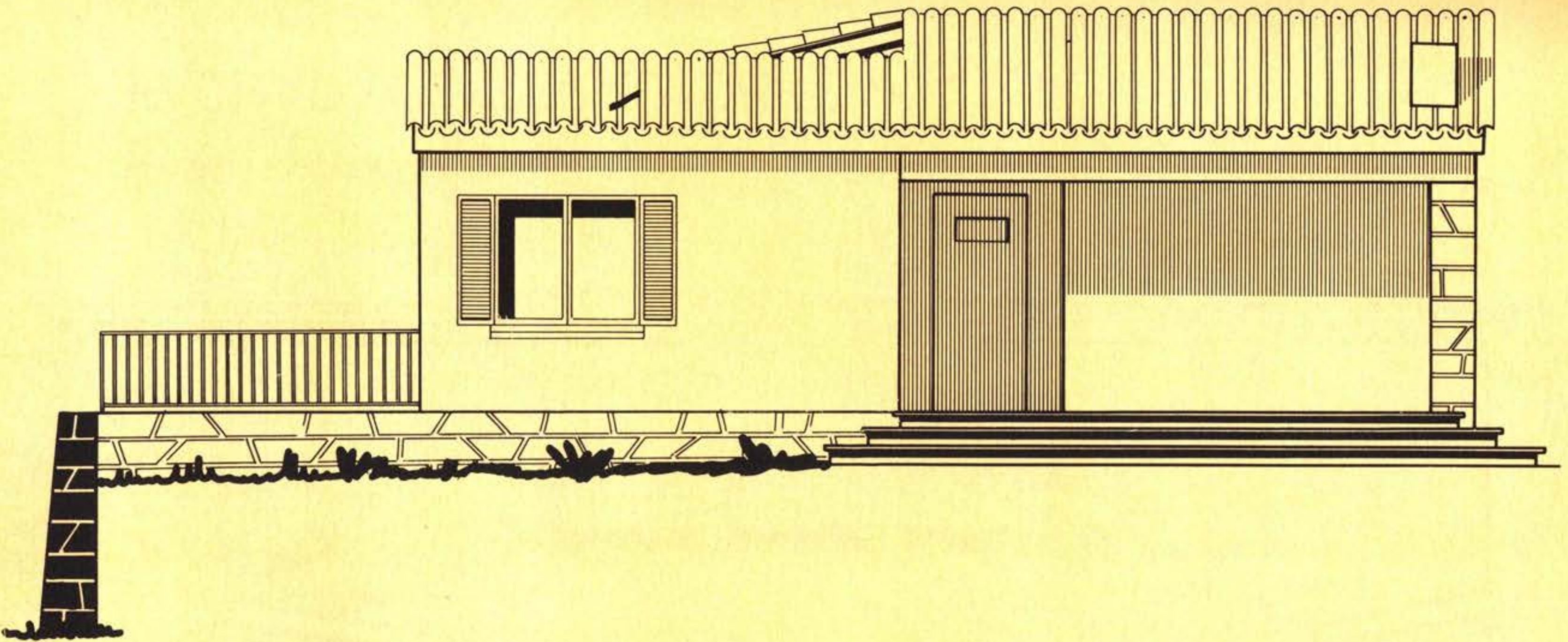
En este último se indica únicamente la anchura y distribución o forma de las zanjas para la cimentación del edificio, no haciéndose alusión alguna a su profundidad por cuanto ésta depende de la dureza y composición del suelo, las cuales una vez conocidas sobre el terreno son solventadas por el arquitecto que dirige la obra.



CIMENTACION DEL EDIFICIO



Cimentación de la terraza
(Observe la fosa de cimentación del pilar B. El pilar A. queda cimentado en la zanja.)



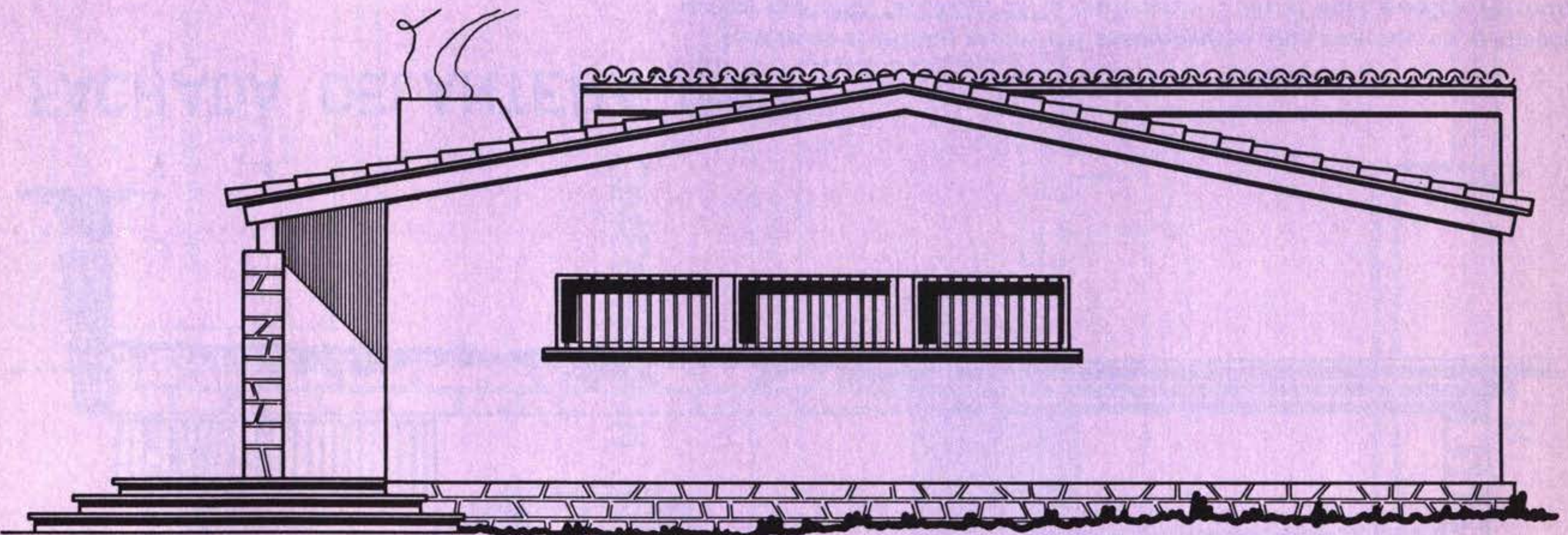
FACHADA DELANTERA

FACHADAS

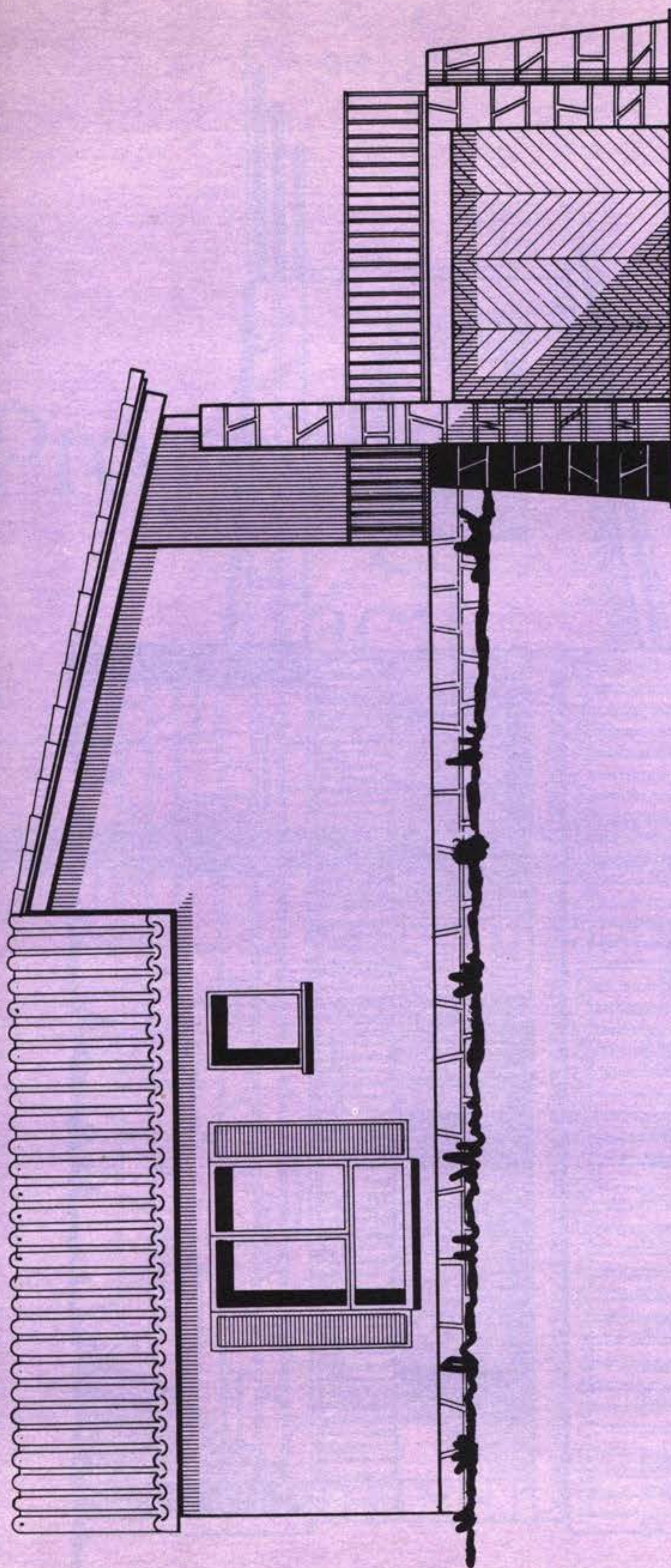
Llegamos al último punto del anteproyecto, que consiste en el diseño de las distintas fachadas de la edificación y en el cual pueden introducirse modificaciones de estética en donde el delineante proyectista deberá volcar toda su inventiva para darle la mayor vistosidad posible, aun cuando en ocasiones éstas se vean limitadas por el posible dudoso gusto del cliente.

Conclusión:

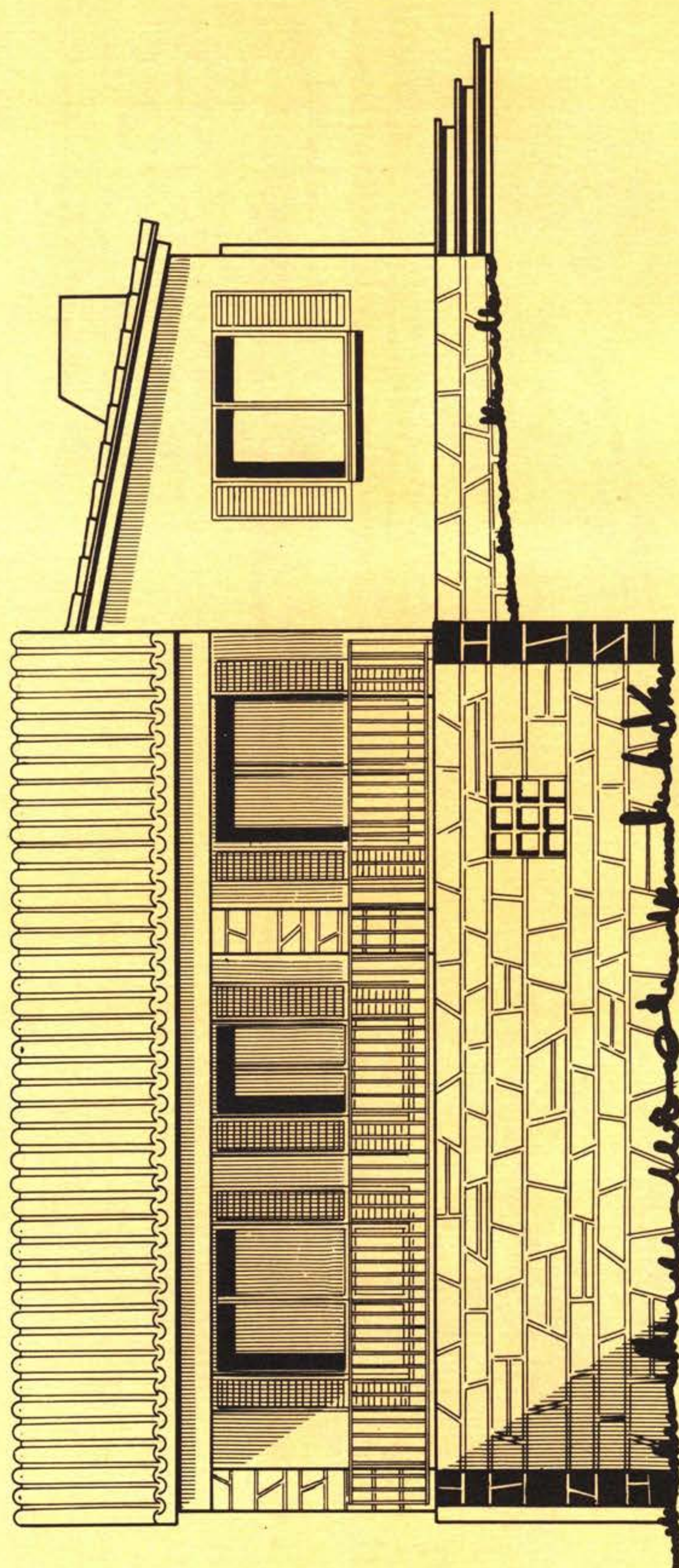
Es indudable que el anteproyecto sufre después algunas variaciones, bien sea por la estética dada a la fachada, bien sea por exigencias del cliente o por propia iniciativa del arquitecto, o bien por exigencias funcionales. Esto quiere decir que a este anteproyecto le sigue un proyecto ya en firme en donde los planos son pulcramente diseñados a tinta.



FACHADA LATERAL DERECHA



FACHADA POSTERIOR



FACHADA LATERAL IZQUIERDA

DC 17
DG 35

Proyectar es fácil

2

AFHA

CONSTRUCCION

Lección 2
MATERIALES Y ELEMENTOS
Rocas y conglomerantes
Morteros y hormigones

Lección 2
TECNOLOGIA
La piedra como material de construcción
Fábricas y aparejos

Lección 2
PROYECTOS
El hombre como unidad de medida

Lección 2
PRACTICAS DE DIBUJO
Dibujos técnicos a mano alzada

MATERIALES Y ELEMENTOS

2

ROCAS - CONGLOMERANTES - ARIDOS
MORTEROS Y HORMIGONES

Para construir, amigo, necesitamos material, puesto que nada se hace sin nada. Piense en eso, aunque parezca una perogrullada, y llegue a la convicción de que para hacer algo necesitamos otro algo, siendo necesario conocer el segundo para llegar al primero. Hacerse un impermeable con papel de periódico es algo que no piensa ninguna inteligencia sana, puesto que las cualidades de este papel no son aptas para preservarnos de la lluvia. Para ello necesitamos un material impermeable al agua y que, además, reúna las condiciones comunes a todas las materias empleadas para la confección de prendas de vestir. Claro que no es nuestra intención explicar el sistema de confeccionar un impermeable; pero podemos hacer extensivo este ejemplo al ramo de la construcción diciendo que mal construiremos un edificio si desconocemos los materiales cuyas propiedades pueden aprovecharse para tal fin.

LAS ROCAS COMO MATERIAL DE LA CONSTRUCCION

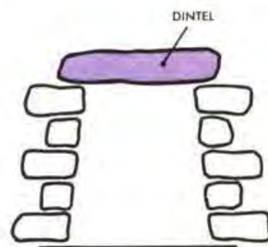


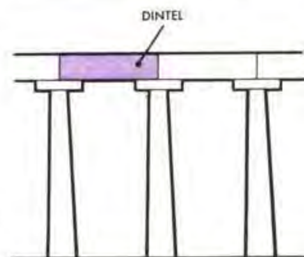
Eso es lo que vamos a hacer: estudiar los materiales propios de la construcción y sus cualidades físicas.

Vamos a empezar el estudio de unos materiales de aplicación constante, si bien de forma muy distinta según de cuál se trate. Veremos cómo algunos materiales sirven para la construcción de las estructuras de sostén, sometidas a grandes presiones; veremos cómo otros son aprovechables como material decorativo, otros como materia prima para la elaboración de nuevos productos, etc.

Advierta que, en resumen, usted podrá considerarse un proyectista en construcción en cuanto sepa *lo que debe construirse* (en el próximo capítulo lo veremos en líneas generales), *con qué materiales puede construirse, cómo debe construirse* y, finalmente, *cómo debe dibujarse* para que el constructor sepa exactamente qué, con qué y cómo queremos que se construya.

Así, pues, con el ánimo dispuesto y convencidos de su importancia, vamos a trabar conocimiento con nuevos materiales.



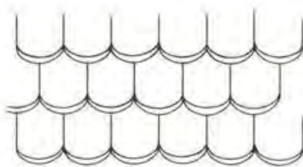


Empleo como elementos resistentes a la compresión

LAS ROCAS

A modo de definición podemos decir que una roca es UN CONJUNTO O CONGLOMERADO DE MINERALES QUE FORMAN UN MATERIAL SÓLIDO, GENERALMENTE DE DIMENSIONES CONSIDERABLES, DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS BIEN DEFINIDAS.

Por su interés especial, digamos, antes de seguir, que lo que comúnmente llamamos *una piedra* es uno de los componentes de la familia de las rocas. Ahora bien; no todas las rocas son piedras.



Como material para cubiertas: losas de pizarra.



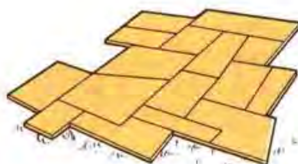
Considerar el origen de estos materiales (las rocas) nos llevaría a un estudio geológico que no es nuestra intención emprender. El alumno que se sienta interesado por estas cuestiones puede consultar cualquier obra especializada. Pero, dándose el caso de que una misma roca puede utilizarse algunas veces para distintos fines en el campo de la construcción, cosa que dificultaría una clasificación atendiendo a sus aplicaciones, creemos preferible dar esta clasificación según su origen geológico. Añadiremos unas cortas explicaciones a fin de aclarar el significado de las palabras y el proceso de formación.

Según el estudio del doctor ingeniero de Caminos don F. Arredondo, editado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (estudio cuya lectura recomendamos), las rocas, atendiendo a su origen geológico, pueden clasificarse así:

ROCAS

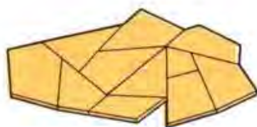
- **1. — Rocas ígneas o eruptivas**
  - **a) Intrusivas**
    - **I. — Granitóideas**
    - **II. — Porfídicas**
  - **b) Efusivas — Volcánicas**
- **2. — Rocas sedimentarias**
  - **a) Silíceas**
  - **b) Arcillosas**
  - **c) Cálcicas**
- **3. — Rocas estrato-cristalinas**

1. — La ciencia geológica nos enseña que nuestro planeta fue, en un principio, una enorme masa de sustancias incandescentes que se conocen científicamente por el nombre de magmas. *Estas magmas al enfriarse se solidificaron (primero en sus capas superiores), dando origen a la corteza terrestre. Las magmas que quedaron aprisionadas por la primera corteza solidificaron con mayor lentitud. Pues bien; uno de los productos de esta solidificación más lenta son las* ROCAS INTRUSIVAS.



Pero no siempre fue así. Otras veces, estas masas fundidas se derramaron sobre la corteza terrestre debido a explosiones ocurridas en su seno quedando expuestas a un enfriamiento rápido. Se formaron las ROCAS EFUSIVAS.

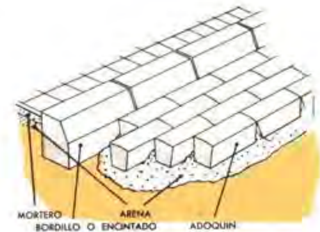
Para algunos minerales este proceso de solidificación se ha efectuado en capas muy profundas, quedando por ello sometidas a grandes presiones, causa que ha motivado la cristalización del mineral. Cuando este fenómeno se ha producido con rapidez, las rocas resultantes han sido las GRANITÓIDEAS *o granitos que posteriormente han aparecido en la superficie terrestre por la acción de diversos fenómenos geológicos. Si la cristalización ha sido lenta, con formación de cristales mayores, las rocas formadas son* ROCAS PORFÍDICAS, *de composición análoga a las granitóideas.*



Las rocas como material resistente a la compresión y abrasión: pavimentos enlosados y fregadera de cocina.

Las ROCAS VOLCÁNICAS *son aquellas cuyo origen debe buscarse en el enfriamiento de las lavas arrojadas por las erupciones volcánicas.*

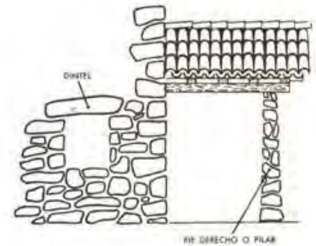
2.—Si echa un puñado de tierra en un vaso de agua, verá cómo las partículas de mineral quedan en suspensión en el líquido. Pero verá también que con el tiempo estas partículas se depositan en el fondo del recipiente en orden a su mayor o menor densidad. Las más densas se depositan primero. Decimos que las materias sólidas que estaban en suspensión se han sedimentado.



Rocas granitóideas en la pavimentación de vías publicas.

Pues bien: las rocas eruptivas están sujetas a un proceso de destrucción motivado por los agentes atmosféricos. El aire, el calor y el agua principalmente actúan sobre las rocas produciendo un desgaste lento pero efectivo. Los productos de esta destrucción quedan en suspensión en el aire o en el agua, iniciándose un proceso de sedimentación de los mismos, quedando depositados en lugares a veces muy distantes de las rocas de origen. Esta sedimentación da lugar a las ROCAS SEDIMENTARIAS.

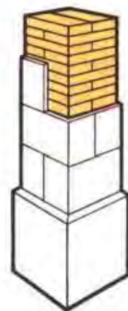
Dentro de las rocas sedimentarias podemos considerar las SILÍCEAS, *cuyo principal componente es el sílice (cuarzos, calcedonias, ópalos); las* ARCILLOSAS, *formadas por materiales de descomposición muy finos, y las* CÁLCICAS, *que son combinaciones naturales de calcio y oxígeno, muchas veces de origen orgánico; eso es: de la descomposición de sustancias vivas.*



3.—Las rocas ESTRATO-CRISTALINAS *participan de las propiedades de las primeras y de las segundas. Por una parte mantienen las propiedades de su origen cristalino, pero se han formado en forma de estratos de sedimentación.*

Esta es la clasificación de las rocas atendiendo a su origen geológico. Rocas que podremos aprovechar para la construcción en uno de estos aspectos básicos:

Como elementos de estructura.
Como revestimiento o aplacado de los elementos de estructura.
Como materia prima para la obtención de nuevos materiales.

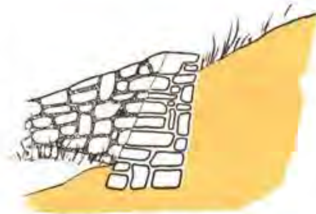


CONGLOMERANTES
CALES Y CEMENTOS - EL YESO

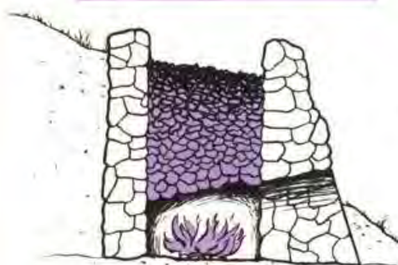


Acabamos de estudiar lo que son las rocas, viendo que algunas de ellas son empleadas, por su resistencia a la compresión, en las fábricas de edificios. Las piedras son los cuerpos o piezas sólidas que constituyen la parte estructural o aparente de las construcciones. Estas piezas, empero, deben quedar unidas entre sí hasta formar un todo sólido. Se precisa de un material capaz de conseguir esta unión entre piezas de una misma estructura arquitectónica, materiales que por su misión de unir, agrupar, aglomerar o conglomerar, reciben el nombre genérico de conglomerantes.

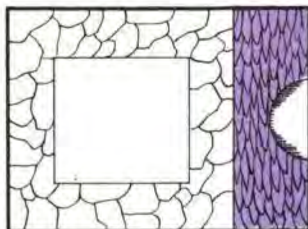
Las cales y los cementos son los materiales conglomerantes que se emplean en construcción para conseguir la soldadura entre las piedras o ladrillos para formar masas compactas. Cales y cementos se presentan en forma de polvo que, una vez amasado con agua, forma una *pasta*. Si además del agua se les añade arena, se forma un *mortero*.



Las piedras deben unirse entre sí para formar un todo sólido.



Sección.



Planta.

HORNO DE CAL DE TIPO PRIMITIVO

LA CAL

Este conglomerante es un producto conseguido gracias a la calcinación de las rocas calizas en hornos preparados al efecto. De estas rocas se obtiene el óxido de cal, llamado vulgarmente *cal viva*.

Según la composición química de las piedras calizas empleadas para la obtención de estos conglomerantes y según sea el proceso de fabricación, se obtienen las cales aéreas, las cales hidráulicas y los cementos.

CAL COMUN

Es la que hemos llamado cal viva, obtenida por calcinación de rocas calizas. Esta cal una vez amasada con agua forma una pasta que fragua en contacto con el aire, por cuyo motivo se la llama *cal aérea*. Cal común o aérea es aquella que, una vez formado el mortero, fragua en el aire. Cuando las piedras de que procede esta cal son prácticamente puras, se les denomina *cales grasas*. Cuando las rocas de procedencia contienen arcilla en un 5 %, las cales obtenidas son *cales magras*.

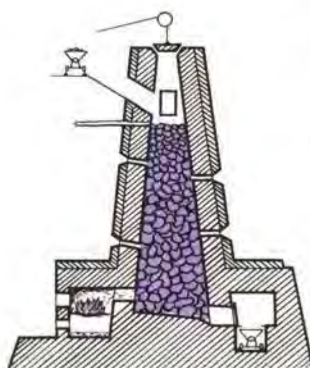
La diferencia entre cales grasas y cales magras está en que las primeras son poco resistentes a los agentes atmosféricos, fraguando muy lentamente. En cambio, las cales magras resisten mucho mejor y fraguan con mayor rapidez.

CAL HIDRAULICA

Cuando la cal contiene un mayor porcentaje de arcillas (de un 10 a un 21 %) adquiere una nueva propiedad: el mortero que forman, además de fraguar en contacto con el aire, también lo hace en contacto con el agua, alcanzando resistencias muy superiores a la de la cal aérea.

Las cales hidráulicas, según sean sus características de hidraulicidad (facultad de fraguar en un ambiente húmedo e incluso sumergidas en agua), se dividen en:

Cales eminentemente hidráulicas.
Cales hidráulicas normales.
Cales poco hidráulicas.



HORNO DE CAL DEL TIPO DE HOGARES LATERALES

COMO SE PRESENTA LA CAL

La cal viva es un producto que toma con avidez la humedad atmosférica, por lo cual debe conservarse en recipientes o locales secos. Este tipo de cal se presenta frecuentemente formando terrones; se la llama *cal en terrones*.

La cal viva, debido a la facilidad con que se combina con el agua, resulta extremadamente cáustica; ataca los tejidos orgánicos y produce quemaduras de difícil curación. Esta cal viva se somete a un proceso de *apagado*, añadiéndole agua. Cuando la cantidad de agua añadida es suficiente se obtiene un producto que al secarse forma un polvo perfectamente suelto: es la *cal muerta* o *cal en polvo*.

Si una vez formada la cal en polvo se le añade agua, se obtiene una pasta llamada *cal en pasta*.



Panorámica de una gran fábrica de cemento.

CEMENTOS NATURALES LENTOS

Las rocas calizas que contienen arcilla desde un 22 a un 27 %, si se tratan por un proceso de calcinación normal (por temperaturas del orden de los 700°), proporcionan cales de apagado muy difícil y que, si bien fraguan con rapidez, no ofrecen ninguna garantía de resistencia. Por este motivo son inútiles para la construcción. Sin embargo, si estas mismas rocas se calcinan a temperaturas del orden de los 1600° (con lo cual se produce un principio de vitrificación del mineral), obtenemos otro material que no se apaga en el agua, pero que mezclado y amasado con ella fragua en un período de tiempo que oscila entre la hora y media y las dieciocho horas. Este producto es el llamado *cemento de fraguado lento.*

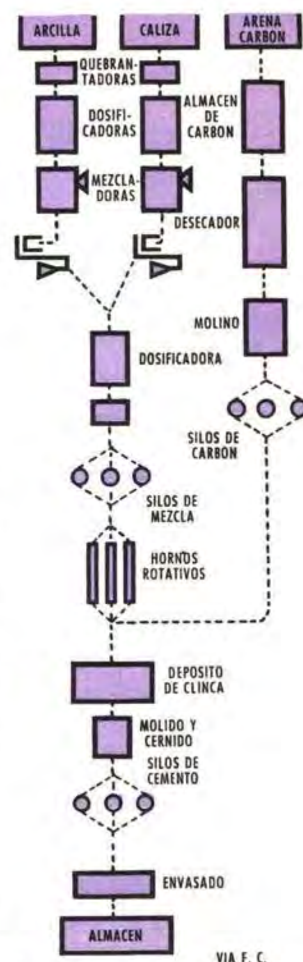
CEMENTOS PORTLAND

Si todos los cementos de fraguado lento debieran fabricarse partiendo de las calizas cuya concentración de arcilla es suficiente, es seguro que no habría bastante materia prima para abastecer la demanda del mercado. Es por ello que deben fabricarse cementos Portland por medios artificiales.

En realidad el cemento obtenido no tiene nada de artificial, puesto que es cemento *de verdad*. Lo artificial es la materia prima: se mezcla la cal con la cantidad de arcilla necesaria, siendo esta mezcla la que se somete a cocción. De esta cocción se obtiene un producto llamado *clinca* que, una vez molido, constituye el cemento.

CEMENTOS DE FRAGUADO RAPIDO

Los cementos rápidos son aquellos cuya velocidad de fraguado, tanto en el aire como en el agua, es de cinco a quince minutos. Se obtienen a partir de rocas calizas muy ricas en arcilla (del 27 al 40 %); y si bien su rapidez de fraguado puede parecer una ventaja, la verdad es que su empleo es restringido por la razón de que no alcanzan la resistencia de los cementos lentos.



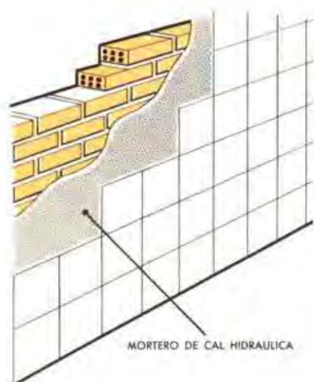
Representación esquemática de una instalación para obtener cemento PORTLAND

APLICACIONES DE LOS CONGLOMERANTES Y ARIDOS. SUS MORTEROS Y HORMIGONES

En forma de notas marginales ilustradas empezamos aquí la reseña de las principales aplicaciones de los materiales conglomerantes.



BLANQUEO DE PAREDES
LECHADA DE CAL



APLACADOS CON CERAMICA BARNIZADA

CEMENTO PORTLAND BLANCO GRIFFI O SUPERCEMENTO

Esta variedad de Portland se denomina supercemento por su enorme resistencia comparable a la de las piedras empleadas en construcción. Se emplea, como es de suponer, en aquellos trabajos que requieran características de solidez excepcional.

Por otra parte, dado su finísimo tamizado y su color blanco, es el material ideal para la obtención de piedras y mármoles artificiales. Fragua con absoluta normalidad y se endurece con rapidez, permitiendo un desencofrado (sacarlo de molde) rápido. Es ideal para revestimientos de fachadas y para pavimentos continuos. Una vez endurecido se puede cincelar y modelar exactamente igual que una piedra natural.

Hemos dado noticia de aquellos cementos que por más empleados son también los más conocidos. Sin embargo, dentro de los cementos Portland existen muchas variedades cuya aplicación es muy especializada. Dado que son cementos cuya aplicación no es continuada, sino que sólo aparecen en algunas partes especiales de la obra, o bien en aquellas que deben considerarse especiales por su función específica, nos limitaremos a dar el nombre y sus características. Además del Portland normal, existen:

a) CEMENTOS PORTLAND RESISTENTES A LAS AGUAS SELENITOSAS, para resistir mejor la acción agresiva del sulfato cálcico.

b) CEMENTOS PORTLAND BLANCOS Y COLOREADOS. Ya hemos hablado del Griffi, que es uno de ellos.

c) CEMENTOS PORTLAND SIDERÚRGICOS, obtenidos por mezcla íntima de la escoria procedente de las industrias siderúrgicas con la *clinca* de Portland.

d) CEMENTOS PORTLAND DE ALTO HORNO. Son similares a los siderúrgicos, con la particularidad de que las escorias mezcladas proceden de los altos hornos.

APLICACIONES DE LA CAL

Es evidente que la primera aplicación de las cales y cementos está en la formación de morteros simples. Al mezclarlos con agua forman una pasta cuya aplicación en la construcción varía según el tipo de conglomerante empleado.

La cal se emplea para morteros y para el blanqueo de paredes en la forma conocida por el nombre de *lechada de cal*. Para obtener este producto basta desleir pasta de cal hasta conseguir la fluidez suficiente para que pueda aplicarse con una brocha de pintor.

Los morteros de cal pueden ser de cal grasa o de cal magra, según el tipo de cal empleada. Los morteros de cal grasa, que resisten poco la humedad, se aplican en revoques interiores. Los de cal magra, más resistentes al vapor de agua de la atmósfera, pueden utilizarse para revoques exteriores.

Las cales hidráulicas, por su especial propiedad de fraguar en presencia del agua, se emplean preferentemente para la formación de morteros compuestos (cal, arena y agua) de gran poder adherente. Lo veremos seguidamente al estudiar los morteros compuestos.

APLICACIONES DE LOS CEMENTOS

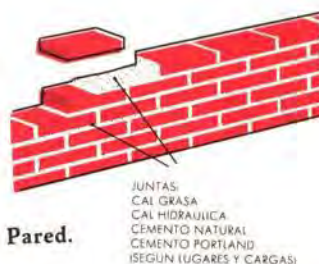
Actualmente no se concibe la construcción sin cemento: tal es el cúmulo de aplicaciones de esta sustancia. Hablar de construcción y pensar en cemento es casi la misma cosa. Por lo tanto, nos limitaremos a dar una lista de las principales aplicaciones de este material, dejando el detalle para aquellos casos que se nos vayan presentando y que requieren una explicación más extensa y detallada.

Los cementos se emplean principalmente en:

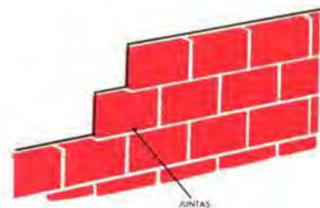
Preparación de morteros simples o papillas.
Preparación de morteros compuestos.
Preparación de hormigones en masa.
Preparación de hormigones armados.

Sólo al considerar la importancia actual de la aplicación del hormigón armado podríamos añadir una lista casi interminable de aplicaciones del cemento en el campo de la construcción: fabricación de alcantarillas y tuberías, fabricación de losas y pavimentos continuos, toda clase de construcciones hidráulicas, puentes, edificios, postes, depósitos... y vaya haciendo memoria.

JUNTA DE PAREDES Y TABIQUES



Pared.



Tabique.

EL YESO

Este conglomerante requiere un capítulo aparte, dadas las particularidades del mismo que lo hacen inconfundible, tanto por su apariencia como por sus aplicaciones específicas.

El yeso es un mineral que se presenta en la naturaleza bajo distintas apariencias, siendo la más característica la variedad cristalina, seguida de la estratificada y aglomerada.

OBTENCION INDUSTRIAL

Industrialmente el yeso se obtiene por cocción del sulfato cálcico, que pierde el agua de cristalización transformándose en un polvo blanco llamado *yeso cocido*. Este polvo tiene la propiedad de que amasado con agua se hidrata de nuevo, cristalizando en pocos minutos y formando una masa dura y resistente. Con ello se comprenden las múltiples aplicaciones del yeso en el campo de la construcción.

PAVIMENTOS



Rasillas cerámicas para terrazas.



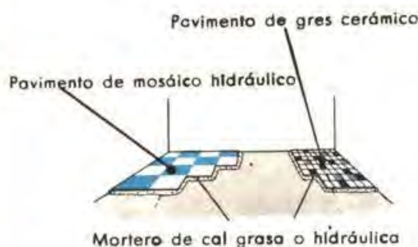
Tobas cerámicas para jardines.

LOS DISTINTOS YESOS COMERCIALES

Según sea el grado de depuración técnica en la obtención del yeso, se consiguen productos de mayor o menor calidad, aplicables, por tanto, a distintos menesteres. Los tipos de yeso más conocidos por más empleados son:

EL YESO ORDINARIO, obtenido en hornos primitivos a temperaturas no superiores a los 130°. Es de cochura irregular, dada la construcción incorrecta de los hornos, por lo cual presenta también múltiples impurezas. Este yeso no es blanco, sino de un gris más o menos oscuro, según sea el grado de impureza. Se emplea para revoques de poco compromiso e interiores, puesto que resiste muy poco la acción atmosférica y tarda demasiado en fraguar.

EL YESO DE MOLDE. De fabricación más esmerada, tiene un grado de pureza muy superior. Se ha procurado, sobre todo, que el material haya





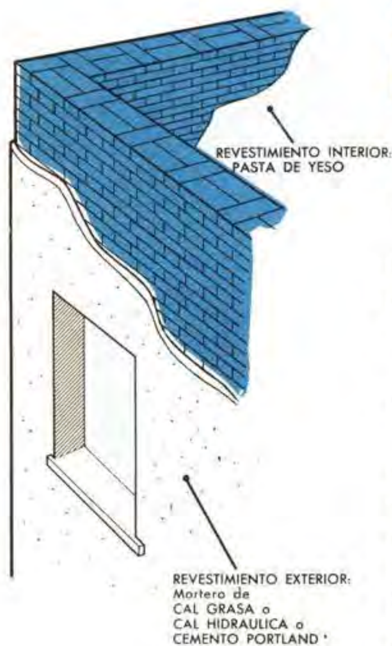
estado separado del carbón y cenizas desprendidas en el horno. Fragua en ocho o diez minutos y se emplea principalmente para las capas superiores de los moldes de cornisas y plafones. Su nombre ya lo indica: yeso de molde.

YESO DE PLAFÓN. Esta variedad se prepara con materiales escogidos y mediante unas 8 ó 14 horas de cocción a temperaturas elevadas (300 a 400°). Tarda en fraguar de 15 a 20 minutos, empleándose para la fabricación de cornisas, plafones y en general para toda clase de adornos.

YESO ESCAYOLA O YESO ALABASTRO. Es el yeso de calidad superior, obtenido al cocer trozos de alabastro yesoso previamente triturados. El largo período de cocción y la elevada temperatura (400 a 500°) hace que la calidad del polvo resultante sea completamente uniforme. Se emplea también para trabajos de decoración, pero cuando se desea una perfección absoluta tanto en la calidad del material como en la pulcritud del trabajo.

YESO DE PINTOR. Este yeso se llama también *cocido a muerte*, por la simple razón de que la temperatura elevadísima a que se ha sometido el mineral (llega al rojo blanco) le incapacita para fraguar y endurecerse. No se combina con el agua, formando sólo una papilla que se usa como pintura en obras de albañilería.

ACABADO DE MUROS



ARIDOS: ARENA - GRAVILLA - GRAVA - GRAVA GRUESA

Los materiales granulados que se mezclan con los conglomerantes para formar los morteros y hormigones, reciben el nombre general de ÁRIDOS.

Estos materiales, según sea el tamaño del grano, y en orden escalonado de menor a mayor, reciben las denominaciones específicas siguientes:

Arena, gravilla, grava y grava gruesa.

Estas son las denominaciones granulométricas más extendidas, tanto para los áridos naturales como para los áridos artificiales.

En cuanto a preferencias, siempre dan mejores resultados los áridos de piedra machacada (artificiales) que los naturales. La razón es muy simple: los áridos naturales se forman por desintegración de rocas. Son el aire y el agua los elementos que por roces continuos con los minerales de origen producen el desmenuzamiento progresivo que da lugar a la forma árida. Los granos formados, debido al continuo rozamiento, adquieren una superficie lisa de poco poder adherente. Son los llamados *cantos rodados*. Ahora bien: no siempre los áridos naturales son de canto rodado, en cuyo caso es evidente que su aprovechamiento tiene la gran ventaja de la economía.

Cuando escasean los áridos naturales adecuados, se procede a su fabricación partiendo de los materiales de cantera.

FORJADO DE PISOS



Revoltones o bovedillas.

En las canteras, una vez retirados los bloques destinados a la labra y aquellos trozos aprovechables como mampuestos, siempre queda gran cantidad de piedra aprovechable para la obtención de balasto y grava, dedicando los trozos más pequeños a la fabricación de gravilla y a la preparación de arenas. Para ello se emplean máquinas machacadoras o molinos especiales, según los casos.

Es evidente que las propiedades de los áridos dependerán de las que

tengan las rocas de procedencia, que deben ser duras, compactas y estar exentas de impurezas, como escorias, mica, yeso y carbón. También el polvo que puedan llevar adherido es un estorbo, por lo cual, antes de proceder al machacado o molido del material, se lava concienzudamente.

Además, las rocas empleadas como materia prima para la obtención de áridos deben ser inertes, sin actividad sobre el cemento, inalterables al aire y al agua y, sobre todo, resistentes a las heladas.



Tabicado plano

Hemos dicho que los áridos se clasifican según el tamaño de sus granos, cosa que nos indica que la uniformidad volumétrica de los granos de un árido es condición indispensable para la formación de morteros u hormigones de características constantes. Para conseguir esta uniformidad en el volumen del grano es preciso cribar los materiales salidos de las máquinas machacadoras o de los molinos. El cribado se acostumbar hacer por fases, pasando el material por distintas cribas, cada vez de mayor paso.

El material se pasa primero por una criba que deja escapar los granos no superiores a los 5 mm de medida máxima. Lo que pasa por el tamiz, es arena.

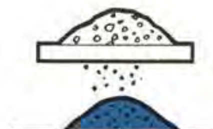
Lo que queda en esta primera criba, se pasa por otra cuyo tamiz es capaz para granos hasta de 30 mm, con lo cual se obtiene una gravilla.

Una tercera criba deja pasar aquellos granos que han quedado en la segunda y cuyo tamaño no excede de los 80 mm. Obtenemos una grava.

Lo que ha quedado en esta última criba, tendrá un tamaño superior a los 80 mm. Es grava gruesa.

Digamos, finalmente, que las rocas más apropiadas para la obtención de buenos áridos son el granito, pórfido, basalto, diabasa, cuarcita, caliza y areniscas.

1.ª criba
NOMBRE
Arena



Volumen grano
menos de 5 mm

2.ª criba
NOMBRE
Gravilla



Volumen grano
5-30 mm

3.ª criba
NOMBRE
Grava



Volumen grano
30-80 mm

4.ª criba
NOMBRE
Grava gruesa



Volumen grano
80-200 mm

ARENA

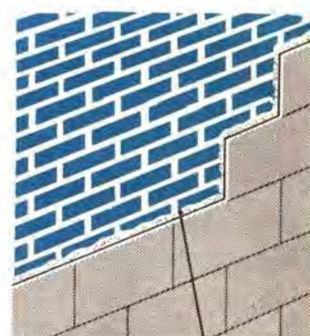
Para una misma dosificación de conglomerantes, se obtiene una mayor resistencia del mortero cuanto mejor es la calidad de la arena empleada. Veamos, pues, a grandes rasgos, las características principales de las arenas, y sus condiciones mínimas admisibles para ser utilizadas en la obtención de buenos morteros.

La primera condición que debe exigirse a la arena es su pureza. El polvo sólo se tolera en un 2 ó 3 por 100; y cuando el porcentaje es mayor, se procede a un cuidadoso lavado.

La angulosidad de los granos, como se ha dicho, facilita la adherencia de los conglomerantes.

Las arenas, o proceden de canteras por elaboración mecánica, o son producto de la disgregación de minerales a través del tiempo. En este último caso su procedencia puede ser de río, marina o de minas.

APLACADOS DE PIEDRA



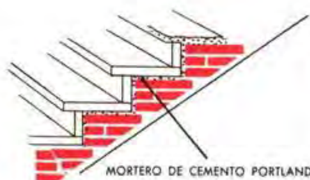


MORTEROS

COMPOSICION DE LOS MORTEROS DE CAL Y DE CEMENTO

Son mezclas dosificadas de áridos y conglomerantes que, al fraguar éstos, adquieren una mayor resistencia que las pastas simples. Esta característica de su resistencia varía según sea la cantidad de arena agregada al conglomerante, factor que hace indispensable el estudio de lo que se llama *el dosaje*, o sea, la determinación de las cantidades de conglomerante y arena que deberán formar el mortero. Este dosaje, como se ha dicho, se calcula por volúmenes y se expresa por una simple proporción. Así, para un mortero de cal, por ejemplo, el dosaje se expresará por la fórmula c : a (cal es a arena) expresando, en general, los volúmenes de cal y los volúmenes de arena que formarán el mortero.

REVESTIMIENTOS DE PELDAÑOS



Suponiendo que debemos trabajar con un mortero de cal, si su dosaje nos viene expresado por la proporción 1 : 3, querrá decir que por cada volumen de cal deberemos añadir tres volúmenes iguales de arena.

Veamos ahora las características de los morteros más empleados:

MORTERO DE CAL GRASA

Es un mortero de gran plasticidad, o sea, susceptible de ser trabajado con comodidad en revestimientos de paredes, pero tiene un grave inconveniente: el peligro de ser utilizado con la cal insuficientemente apagada, con lo cual, además del peligro de su causticidad, pierde buena parte de su resistencia. La cal grasa, para utilizarse en forma de mortero, debe estar completamente apagada, lo cual requiere la instalación de grandes balsas a veces difíciles de emplazar en la obra.

TRABAJOS DECORATIVOS



HORMIGON EXENTO DE GRAVAS

MORTERO DE CAL HIDRAULICA

En muchas partes es el mortero más corriente para la construcción de paredes de ladrillo. Su mayor resistencia se obtiene con un dosaje 1 : 3 (uno de cal por tres de arena) y cal de buena calidad. Cuando fragua sumergido en el agua, su resistencia se reduce a un tercio de la anterior.

MORTERO Y CAL DE CEMENTO

Si en el momento de utilizar un mortero de cal hidráulica se le añade un capazo de cemento Portland por cada dos de cal, la resistencia del

mortero aumenta considerablemente. Debe aumentar también el porcentaje de arena. Un buen dosaje es: 1 : 2 : 8, o sea, uno de cemento, por dos de cal, ocho de arena, todo en volúmenes.

Este mortero recibe también el nombre de mortero bastardo o mortero atenuado.

ARIDOS
en vías férreas



MORTERO DE CEMENTO

Tiene mayor resistencia y rapidez de fraguado que los morteros de cal, por lo que se emplea en aquellas partes del edificio que deben soportar mayores esfuerzos a compresión, como, por ejemplo, las partes bajas de los edificios de diversos pisos, cuya compresión siempre será mayor que la soportada por las paredes de los últimos pisos.

Según el tipo de cemento, la adición de arena merma la resistencia del mortero, por lo que resulta difícil establecer una fórmula de dosaje constante. Pero en casos favorables, por lo que respecta al tipo de cemento a emplear, un dosaje conveniente puede ser 1 : 1'5.

MORTERO DE CEMENTO PORTLAND

Los morteros de cementos Portland se aplican en aquellas partes del edificio sobrecargadas por fuerzas que actúan a compresión, como por ejemplo en pilares, entrepaños reducidos o en los bajos de construcciones de gran altura. Su dosaje puede ser 1 : 3.

Las condiciones del medio ambiente en que se encuentra la obra pueden influir sobre el fraguado normal de los morteros, repercutiendo en su resistencia. Las condiciones atmosféricas que de forma más directa repercuten en el fraguado de los morteros son el calor y las heladas.

EL CALOR del verano influye desfavorablemente en el fraguado de los morteros. Piedras y ladrillos deben mojarse más, agregando al mismo tiempo mayor cantidad de agua al mortero empleado.

LAS HELADAS son fatales para el mortero de cal. Detienen el fraguado, quedando interrumpido el proceso químico, que no se reanuda una vez pasados los fríos intensos. El mortero de cemento, empero, resiste mejor la helada; se detiene el proceso de fraguado, pero una vez desaparecidas las bajas temperaturas se reanuda normalmente.

Cuando empieza a helar, si es posible, debe detenerse la construcción o, en caso contrario, tomar precauciones especiales, tales como sustituir el mortero de cal por mortero de cemento y en interiores incluso por mortero de yeso. Se disminuye la cantidad de agua y se mojan menos las piedras.

Empleando cemento fundido, puede trabajarse aunque hiele.

En las fábricas de piedra o ladrillo se facilita la unión entre piezas cuando las superficies de juntas son ásperas o granulosas. El máximo rendimiento y resistencia de un mortero se obtiene al tener en cuenta lo que sigue:

El mortero debe contener 2/3 de arena de grano grueso y 1/3 de arena de grano fino, teniendo en cuenta que la dimensión máxima de los granos de árido no debe sobrepasar la cuarta parte del espesor de las juntas, que por término medio suelen tener de 1 a 1'6 cm.

HORMIGON CON GRAVA GRUESA

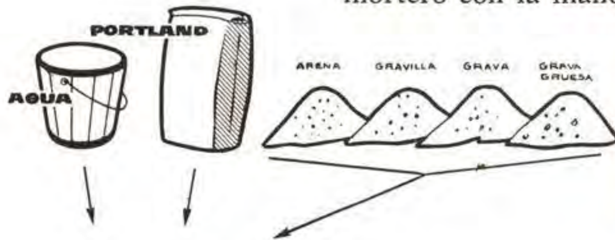


En escolleras



En carreteras

Nada hemos dicho sobre la cantidad de agua que debe emplearse para conseguir la pasta del mortero. En realidad no hay un dosaje determinado, puesto que depende mucho del factor temperatura. Por regla general debe decirse que la cantidad de agua debe ser tal que el mortero, una vez apisonado, adquiera una cierta plasticidad. Comprimiendo el mortero con la mano, el agua refluye a la superficie.



HORMIGONES



ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL HORMIGON

Si a un conglomerante, además de arena, le añadimos una cierta cantidad de grava, al añadir agua al conjunto se forma una argamasa llamada hormigón.

SE LLAMA HORMIGÓN A LA MEZCLA DE CEMENTO, ARENA, GRAVA Y AGUA.

El dosaje de un hormigón se expresa por la fórmula c : a : g, que se lee: *cemento es a arena es a grava*, y que determina los dosajes en volumen de los tres componentes. Así, por ejemplo, la expresión de un hormigón de cemento Portland 1 : 2 : 4 (c : a : g) significa que por cada volumen de cemento le corresponde (en este caso) dos volúmenes de arena y cuatro de grava.

En cuanto al agua, debe tenerse en cuenta que un hormigón es tanto más resistente cuanto menor sea la cantidad de agua con que ha sido batido.

La mezcla de los elementos del hormigón se hace primero en seco y muy cuidadosamente, a fin de que los tres componentes queden perfectamente mezclados, sin que se pueda decir que en ciertas partes hay más cemento que en otras, o más arena o más grava. Esta operación se hace a mano o bien en una máquina especial hormigonera.

El hormigón, una vez situado en la obra, debe apisonarse, tanto más enérgicamente cuanto menor sea la cantidad de agua mezclada. El apisonado tiene por objeto hacer que desaparezcan las bolsas de agua y aire que puedan haber quedado en la masa del material. Para este menester es una garantía emplear un vibrador adecuado. Por vibración los granos del hormigón se acuñan entre sí haciendo desaparecer las bolsas de aire. El resultado de la vibración es una verdadera presión que consigue una

máxima compacidad. Por vibración puede disminuirse la cantidad de agua, con lo cual (lo hemos dicho) aumenta la resistencia del hormigón.

El hormigón, cuando se aplica solo, se llama HORMIGÓN EN MASA. Las masas de hormigón tienen la forma adecuada gracias a que se han vertido en unos moldes de madera (los encofrados) que se retiran una vez ha fraguado y endurecido el material.

En estas circunstancias el hormigón forma un todo sólido de gran resistencia a la compresión, por lo que se emplea en cimientos, muros y pilares *que sólo trabajen a compresión*. Destacamos esta condición por la razón siguiente: el hormigón en masa es muy resistente a la compresión, pero su resistencia es prácticamente nula a la tracción y a la flexión.

La gran preponderancia actual del hormigón se debe al descubrimiento del HORMIGÓN ARMADO.

Este tipo de hormigón conjuga la ventaja del hierro (que es resistente a la tracción y a la flexión) con la gran resistencia del hormigón en masa para los esfuerzos a compresión.

La combinación del hormigón (que sólo resiste a la compresión) con varillas de hierro debidamente calculadas y entrelazadas (que resisten a la tracción y a la flexión) forma un nuevo material de construcción apto para resistir toda clase de esfuerzos.

Es el HORMIGÓN ARMADO, en el que se funden las cualidades específicas del hierro y del hormigón y que constituye uno de los mejores materiales de construcción conocidos hasta la fecha.

NOTA. — Del hormigón armado hablaremos más extensamente cuando tratemos de la forma de dibujar las armaduras.

Valores de la resistencia a la tracción y a la compresión de algunos morteros compuestos a los 28 días de fraguado

Cal	Cemento	Arena	Agua	Resistencia a la compresión	Resistencia a la tracción
1	4	9	11 %	145 Kg/cm²	21 Kg/cm²
1	2	9	12 %	130 »	20 »
1	1	9	13 %	106 »	14 »

Composición de morteros de cal

Aplicación	Cal por m³ de arena	
	Eminentemente hidráulicas	Medianamente hidráulicas
Para enlucidos	600 a 1.000 Kg	500 a 600 Kg
Para rellenos	400 a 500 »	360 a 400 »
Para muros de ladrillo	350 a 400 »	300 a 360 »
Para muros de piedra	300 a 350 »	260 a 300 »

Dosificación de morteros con cemento Portland según la clase de obras a que se destinan

Kg de cemento por m³ de arena	Clase de obra
150 - 200	Obras en el aire en sustitución de morteros comunes o semihidráulicos.
250 - 350	Para obras de fábrica corriente.
400 - 450	Muelles, otras obras próximas al mar y trabajos hidráulicos.
370 - 550	Enlucidos verticales.
500 - 600	Impermeables, para trabajos marítimos sumergidos.
600 - 950	Trabajos de fortificación.
950 - 1.100	Enlucidos de chapa en obras de fábrica y pavimentación de calles o aceras.

Tabla de resistencias de los morteros de cemento a los 7, 28 y 360 días de fraguados

Proporciones de la mezcla. Partes en pesos.	Tipo de conservación	A la tracción en Kg/cm²			A la compresión en Kg/cm²		
		7 días	28 días	1 año	7 días	28 días	1 año
1 cemento + 1 arena	Agua	43'2	47'1	56'1	445	529'8	702
	Aire		47	75'1		521'4	792
1 cemento + 2 arena	Agua	35'4	40'3	49'4	407'4	451'2	629'8
	Aire		42'3	71'1		489'4	712
1 cemento + 3 arena	Agua	31'8	34'9	44'3	321	397	514'6
	Aire		38'9	66'9		399'4	608'6
1 cemento + 4 arena	Agua	24'3	28'3	37'7	271'2	305'6	428'6
	Aire		29'7	60'9		307'6	509'4
1 cemento + 5 arena	Agua	18'4	23'4	30'7	178'4	222'6	349'4
	Aire		24'5	54'4		232'8	369'8

Tecnología y cálculos de la CONSTRUCCIÓN 2

GENERALIDADES - LA PIEDRA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION

FABRICAS Y APAREJOS

No sé si usted se habrá preguntado alguna vez qué es, en esencia, un edificio. Y, sin embargo, todo el arte de la construcción va encaminado a tal fin: la erección de edificios.

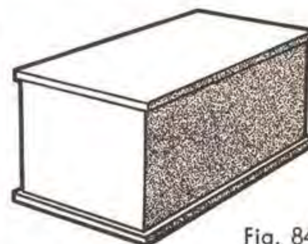


Fig. 84

Un edificio, en esencia, es un espacio cerrado destinado a contener y salvaguardar parte de la vida del hombre. No resulta disparatado decir que un edificio es una caja para guardar hombres, y no siempre vivos. Digo eso, porque es curioso constatar que los primeros intentos de arquitectura propiamente dicha se destinaron a sepulturas. Pero eso ya lo veremos más adelante. Sigamos con la idea de que un edificio es una caja; y una caja, es cosa sabida, consta de cuatro paredes, verticales, una tapadera y un plano que la limita por su parte inferior. (Fig. 84.)

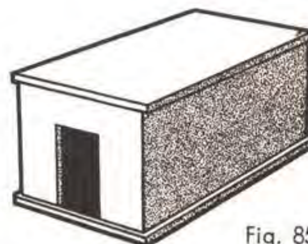


Fig. 85

Esta caja, en el supuesto que deba contener hombres vivos, debe tener una abertura por la que se pueda entrar y salir, abertura que deberá cerrarse cuando interese (fig. 85). Pero, claro, una vez cerrada la abertura, si los hombres que se *guardan* en esta caja permanecen dentro de ella, es evidente que necesitarán luz y aire. Por eso, en toda caja destinada a contener hombres vivos deben practicarse otras aberturas que dejen pasar la luz y el aire exterior. (Fig. 86.)

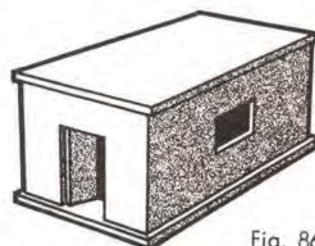


Fig. 86

Tenemos ya un esquema de lo que es un edificio, esquema que completaremos al decir que el plano inferior de la caja es la misma extensión de tierra en que se asienta. (Fig. 87.)

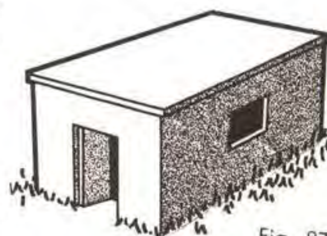


Fig. 87

¿Cómo construir esta caja?... He ahí el problema que el hombre ha solucionado a través de los tiempos según sus posibilidades técnicas y estructura social. La pregunta inicial del párrafo deberíamos completarla diciendo: ¿cómo construir la caja sin que se derrumbe?... Si la naturaleza hubiese dado al hombre un material en forma de plancha suficientemente extenso y resistente, con toda seguridad que la primera casa de la historia hubiese sido muy parecida a la caja de la figura 88: paredes formadas por chapas de este hipotético material en las que, de una forma u otra, se hubiesen practicado las aberturas precisas, y otra chapa situada horizontalmente sobre ellas, formando la cubierta.

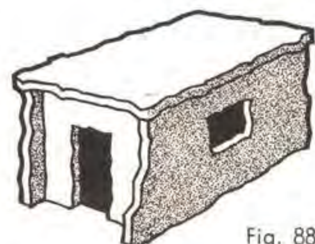


Fig. 88



Fig. 89

Pero la naturaleza, en este sentido, ha sido menos generosa y sólo nos ha proporcionado materiales que permiten la obtención de piezas con las que poderse ingeniar el montaje de una de estas cajas a las que llamamos edificios. Dos materiales señalan el punto de partida del arte de la construcción: la madera y la piedra.

Paredes y cubierta representan los dos elementos básicos en toda obra arquitectónica; vea cómo la primera solución que el hombre encuentra es muy semejante a la hipótesis hecha en la figura 88. Dos piedras verticales y una piedra horizontal apoyada en las primeras (fig. 89) es la edificación más primitiva, que se conoce con el nombre de dolmen. El dolmen es un tipo de monumento prehistórico, de los llamados megalíticos (palabra griega compuesta que significa de grandes piedras), que estaba destinado a contener los restos mortales de los hombres de aquella remota antigüedad.

Este es el principio de la arquitectura. Dentro de él aparece ya el sistema de construcción por piezas, por la sencilla razón de que algunas veces se necesitaba un edificio mayor que el que podían proporcionar tres únicas piezas de piedra. Acoplando dolmen con dolmen se obtenía una verdadera galería. (Fig. 90.)

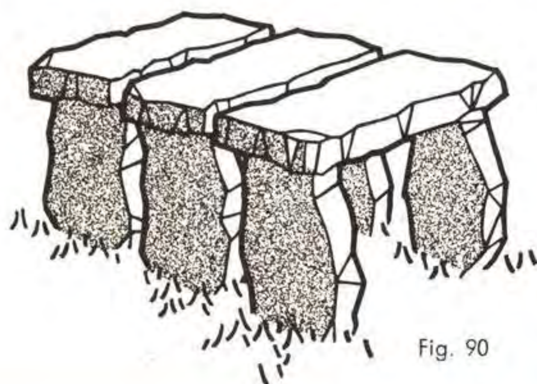


Fig. 90

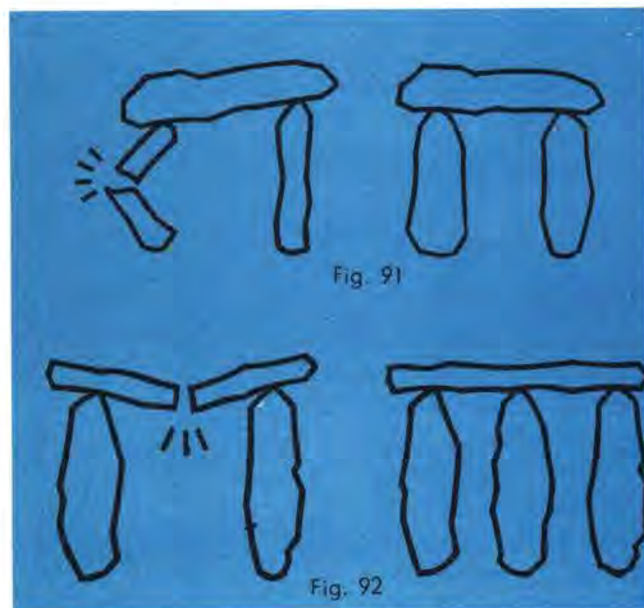


Fig. 91

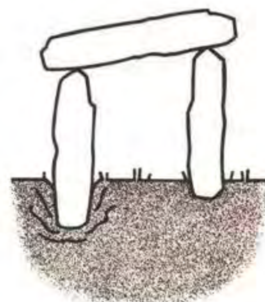
Fig. 92

Quedan muy pocos dólmenes en el mundo, muchos menos de los que con toda seguridad se construyeron. Ha habido, pues, una destrucción, cuyas causas, sin duda, son muy varias. Pero es seguro que una de ellas es que algunos de estos monumentos se han venido abajo por falta de resistencia. Ya hemos dicho que el problema no estriba sólo en construir un edificio, sino en construirlo con la solidez suficiente. Conseguir esta solidez es lo que ha hecho evolucionar la historia de la arquitectura forzando al hombre a encontrar nuevos sistemas que permitan mayor solidez, mayor amplitud y mayor comodidad.

Sigamos con una estructura tipo dolmen que está formada por dos elementos de sostén (paredes) y una cubierta. Si las paredes no tienen la resistencia necesaria para sostener el peso de la cubierta, la estructura se vendrá abajo. Es el caso de la figura 91, caso que tiene una solución: aumentar la solidez de los elementos de sostén... o disminuir el peso de la cubierta, lo que equivale a ponerla más delgada.

Claro que al disminuir el grueso de la cubierta puede darse el caso que sea ella la que no resista su propio peso en relación a la distancia que debe cubrir. Estamos en el caso de rotura representado en la figura 92. ¿Cuál es la solución?... Fácil: añadir un nuevo elemento de sostén entre las dos paredes: aparece una rudimentaria columna.

Estos son los dos casos de rotura más clásicos y sus posibles soluciones. Pero también puede suceder que tanto paredes como techo sean lo suficientemente resistentes para soportar las cargas a que están sometidos, lo cual no quiere decir que el edificio aguante lo que debe aguantar. Nos encontramos con un caso característico y que, aun hoy, ha sido causa de algún fracaso: no ha aguantado la base de sustentación del edificio.



Imagine un dolmen de grandes piedras enclavado en un terreno arcilloso. Este terreno es de naturaleza blanda, y al estar sometido a un trabajo por compresión motivado por el peso del dolmen cederá a dicho peso. Es el caso de la figura 93, que presenta también la solución al problema: hay que afirmar la base del edificio, con lo que aparecen los cimientos.

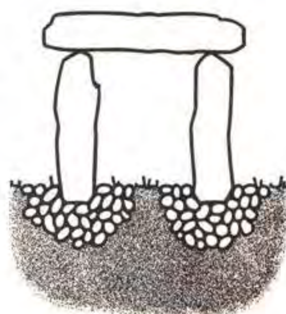


Fig. 93

Demos un paso más en el arte de la construcción. Hasta aquí, hemos considerado que la abertura del edificio era todo el espacio comprendido entre las paredes y la cubierta, cosa que no representa el ideal, puesto que prácticamente todo el interior queda al *aire libre*. Si tratamos de reducir la abertura, la primera solución que se nos ocurre es la que representa la figura 94: paredes desde el suelo a la cubierta. Tampoco ésta es la solución ideal, sobre todo si la altura del edificio es considerable. Se impone cerrar parte de la abertura de la figura 94, cosa que no haremos levantando un muro en su parte baja, puesto que para entrar en el recinto precisaríamos escalarlo. Hay que cerrar por arriba.

Pero ¿cómo?... No podemos colocar piedras empezando por arriba (fig. 95), porque no van a sostenerse, es evidente; pero sí que podemos limitar la abertura, a la altura necesaria, por medio de una piedra horizontal apoyada en los muros que la limitan por los lados; y si esta piedra es capaz de resistir el peso de las piedras que situamos sobre ella hasta alcanzar el nivel de la cubierta, tendremos resuelto el problema: hemos descubierto la primera viga de la historia. (Fig. 96.) Y si pensamos que antes se nos ha ocurrido limitar la abertura por medio de un muro que arrancaba del suelo, tendremos una solución de abertura que dejará pasar la luz y el aire, pero que no será normalmente practicable por el hombre por lo que se refiere al problema de entrar y salir del recinto. (Figura 97.)



Fig. 94



Fig. 95



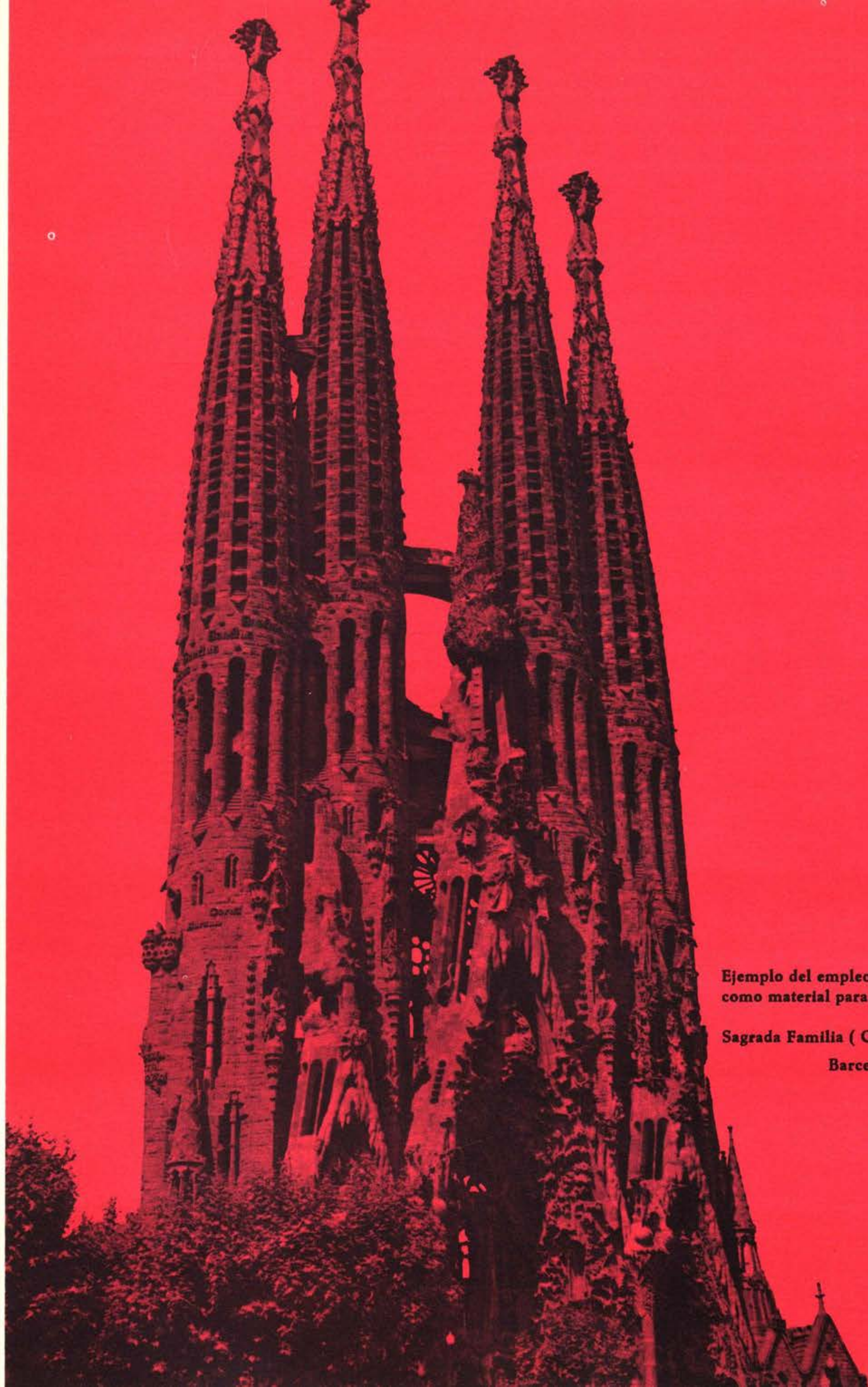
Fig. 96



Fig. 97

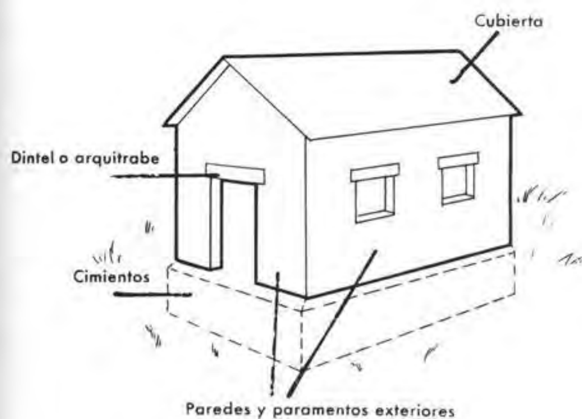
Paso a paso han aparecido, de forma rudimentaria, los elementos de la construcción que bien podemos considerar constantes. Verá cómo la tecnología de la construcción va encaminada siempre a solucionar los problemas que representa la construcción de los elementos de apoyo (cimientos), de sostén (muros, columnas o pilares) y de cobertura (arquitrabados, vigas y cubiertas propiamente dichas).

A continuación ofrecemos un gráfico en el cual quedan demostrados todos estos elementos en una versión actual aunque simple. Este gráfico nos servirá para localizar el elemento que tratemos de estudiar.



Ejemplo del empleo de la piedra como material para la construcción

Sagrada Familia (Gaudí)
Barcelona



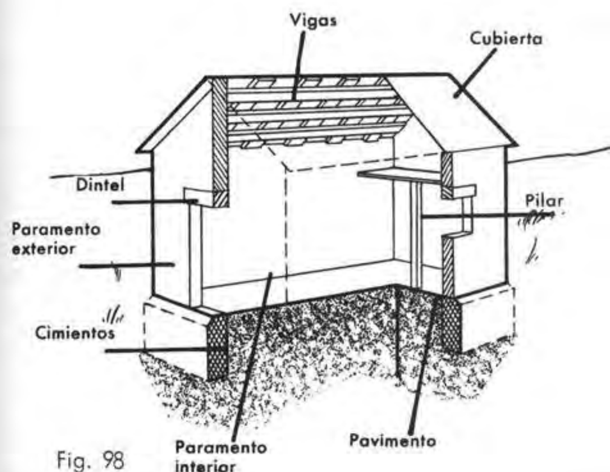


Fig. 98

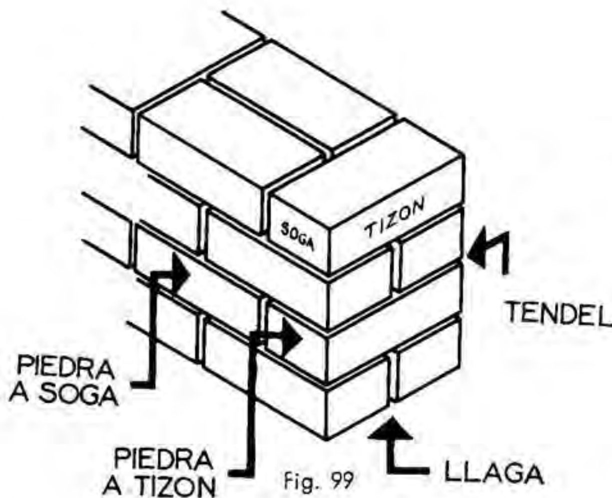
Vea el gráfico al que acabamos de referirnos (fig. 98). En la parte superior tiene una vista externa de un edificio muy simple, con cubierta de doble pendiente, y en la inferior e mismo edificio seccionado en ángulo recto a fi de que aparezcan visibles los elementos in' riores.

Aquí sólo quedan indicados unos pocos e mentos, los más elementales y que pueden e-ducirse fácilmente a través del supuesto de evolución arquitectónica que hemos planteado a lo largo de este capítulo. Debo advertirle que son muchos más los elementos arquitectónicos que deberá conocer, así como su nomenclatura. A ello vamos a dedicar parte de nuestras lecciones, porque es elemental que un buen proyectista pueda emplear el lenguaje técnico propio de los que se dedican a la construcción, sabiendo con exactitud de qué parte de un edificio se está hablando cuando se discute sobre las características que deberá tener una crujía, una correa, una bovedilla de revoltón, el entramado de un edificio de hormigón y tantas cosas que ahora le resultan misteriosas, pero que dentro de poco le serán tan familiares como la silla de su despacho.



Una construcción a piedra de todos los tiempos: El famoso Parthenón de Atenas.

FABRICAS Y APAREJOS



Observe cómo la soga y el tizón, demostrados en este dibujo, aparecen en el paramento.

SE DENOMINA FÁBRICA A LA CONSTRUCCIÓN, O PARTE DE ELLA, REALIZADA EN PIEDRA O LADRILLO.

Cuando nos referimos a la fábrica de un edificio, hablamos del conjunto de la obra a base de unas piezas sólidas unidas entre sí por medio de una pasta llamada *mortero*, que es una mezcla de agua, arena y cemento o cal.

Vamos dándonos cuenta de que en construcción, como ocurre con cualquier especialidad técnica o puramente intelectual del hombre, se emplea una nomenclatura especial, unas palabras cuyo significado debe conocer todo el que quiera dedicarse a la actividad tratada. Así, cuando, hablando de una fábrica de piedra o de ladrillo, se cite un aparejo a soga o un aparejo a tizón, deberemos saber de qué se trata. Sea de piedra o de ladrillo, toda fábrica consta de una serie de piezas de forma paralelepipédica, generalmente rectangular, que tienen tres dimensiones. Estas dimensiones, entre los especialistas en construcción, se llaman SOGA, TIZÓN y GRUESO, de acuerdo con la longitud, anchura y altura respectivamente. (Fig. 99.)

Estas piedras, al ser dispuestas unas sobre otras, forman lo que se llama las juntas, generalmente rellenas de mortero, que pueden ser horizontales (en cuyo caso se llaman TENDEL) o bien verticales (que reciben el nombre de LLAGAS).

Es seguro que estas piezas sólidas pueden colocarse de muy diversas formas; pero entre ellas habrá algunas que deberemos considerar correctas y otras incorrectas. Son formas correctas de colocación aquellas que la experiencia ha demostrado como más aptas para dar la máxima estabilidad a la fábrica que se construye. Por medio de estos sistemas de colocación de los elementos de una fábrica, lo que se persigue es su máxima estabilidad y firmeza.

CUALQUIER MANERA CORRECTA DE DISTRIBUIR LAS PIEZAS DE UNA FÁBRICA, RECIBE EL NOMBRE DE APAREJO.

Hemos dicho que los elementos de una fábrica tenían tres dimensiones, llamadas soga, tizón y grueso; y se comprende que según sea la dimensión que presente la pieza dentro de la fábrica, tendremos aparejos de distinta apariencia. Los aparejos se determinan precisamente por la cara que en el paramento presentan los sólidos que los componen.

Veamos los principales tipos de aparejos con que podremos encontrarnos. Esta es una cuestión importante cuando se trata de dibujar el despiece de una fábrica: no hay proyectista que pueda ignorar la existencia de unos aparejos que, por la abundancia de su empleo, pueden considerarse característicos.

Empecemos diciendo que toda una serie de piezas (ladrillos o piedras) recibe el nombre de hilada, y que hay hiladas a soga e hiladas a

tizón. Son de las primeras aquellas que están formadas por piezas colocadas a soga; y a tizón, aquellas hiladas formadas por piezas colocadas a tizón.

De la misma forma es fácil comprender que cuando un paramento esté formado por las caras de mayor dimensión de las piezas empleadas, se hable de un APAREJO A SOGA, llamado también de cítara. Por contra, si la dimensión mayor queda perpendicular al paramento, quedará vista la cara de dimensión menor (tizón), en cuyo caso hablaremos de un APAREJO A TIZÓN.

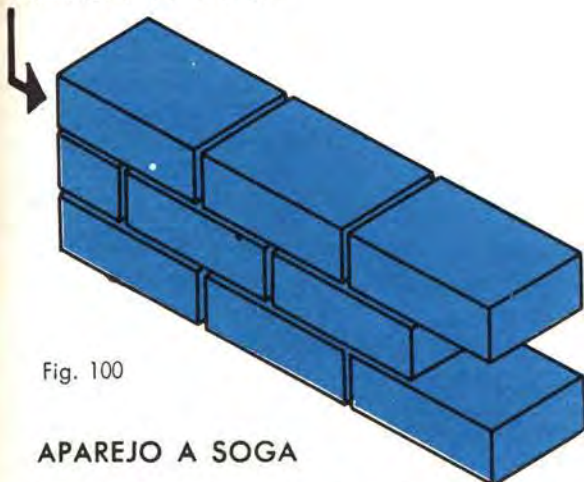


Fig. 100

APAREJO A SOGA

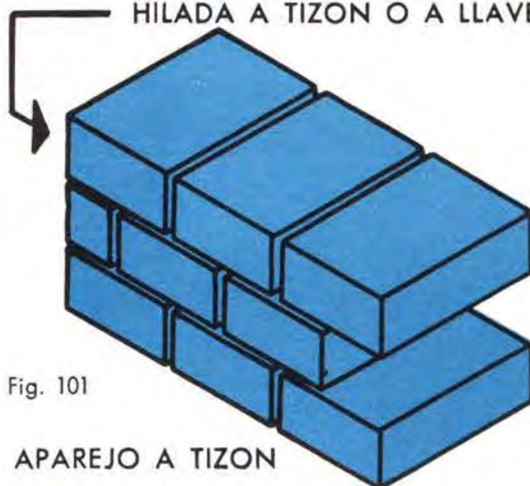


Fig. 101

APAREJO A TIZON

Cuando el tizón abarca los dos paramentos de un muro, porque las piezas tienen la medida a tizón igual al espesor del muro, se habla de APAREJO DE LLAVE.

Tenga en cuenta que una pieza puede estar situada a tizón y, sin embargo, no ser una llave por no abarcar todo el espesor del muro. En el primer gráfico de este capítulo puede observar cómo las piedras colocadas a tizón, en el paramento frontal, abarcan toda la profundidad del muro; por lo tanto, son llaves.

Las llaves son sumamente útiles para evitar la junta vertical longitudinal entre los dos paramentos que podría producir una abertura entre ellos. Un muro sin llaves tendrá tendencia a abrirse por su mitad, mientras que con llaves se comporta como una sola pieza.

Las piezas de un aparejo, sea a soga o a tizón, se disponen en series alineadas horizontalmente, pero nunca según la vertical. Es decir: se evitan las juntas verticales continuas, cosa que implicaría un grave peligro al ser causa de casi seguras grietas que atentarían contra la estabilidad del edificio. Por este motivo se alternan siempre las juntas verticales. (Figs. 103 y 104.)

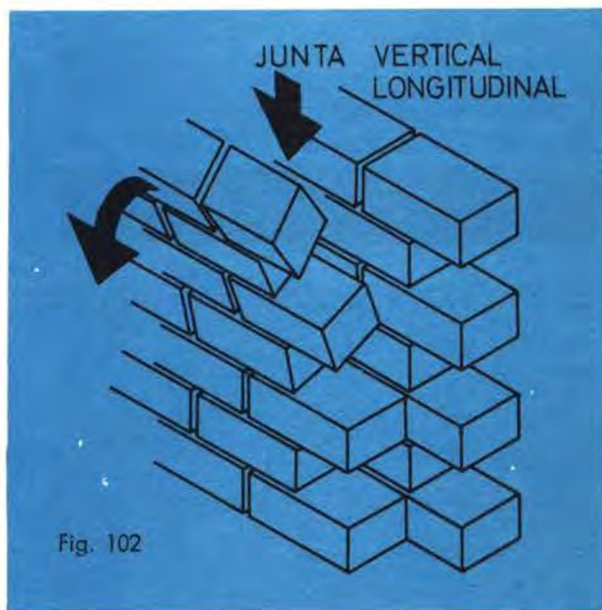
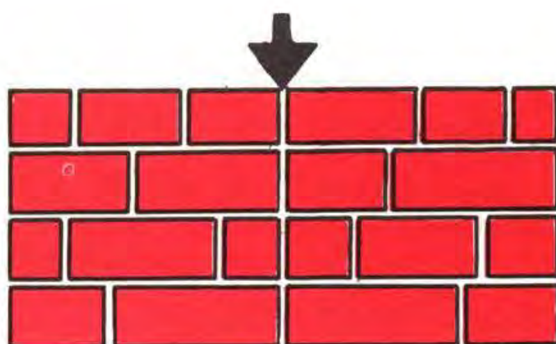


Fig. 102

Un aparejo sin LLAVE se abriría por la mitad.



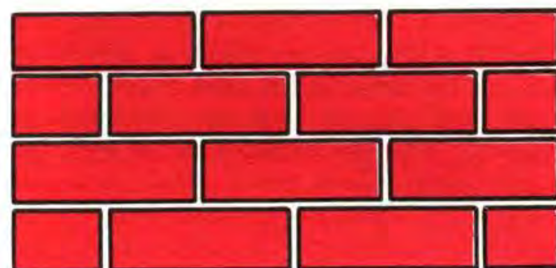


Fig. 103 104

Con hiladas a soga e hiladas a tizón, alternando sistemáticamente la situación de las piezas del aparejo, podemos obtener fábricas de apariencia distinta y con la suficiente garantía de solidez. Por ejemplo:



Ejemplo de aparejo diatónico con fábrica de ladrillo tosco.

APAREJO DIATONICO





Fig. 105

Podemos colocar, en una misma hilada, piedras (o ladrillos) a llave y a tizón alternativamente: una a llave y otra a tizón, una a llave y otra a tizón, etc., obteniendo lo que se llama un APAREJO DIATÓNICO.

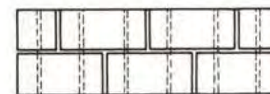


Ejemplo de aparejo alternado.

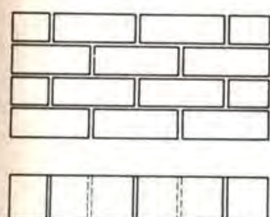
Fig. 106



APAREJO ALTERNADO



Podemos hacer también que sean hiladas completas las que alternen la disposición de las piedras. Podemos construir toda una hilada a soga, situando la que le sigue toda a tizón. Alternando las hiladas obtenemos un APAREJO ALTERNADO.



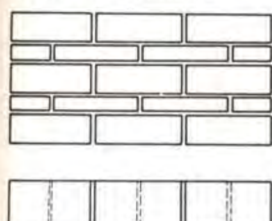
APAREJO ISODOMO

Fig. 107



Aparejo isodomo a tizón.

Sin necesidad de complicar la construcción del aparejo, y cuando el espesor del muro es igual a la soga o al tizón de las piezas empleadas, podemos construir el muro completamente regular: todo él con elementos a soga o todo con elementos a tizón. Tenemos en este caso un APAREJO ISÓDOMO.



APAREJO SEUDO ISODOMO

Fig. 108



Aparejo seudo isódomo.

Una variante del caso anterior es aquella que presenta las piezas todas según una misma dimensión (a soga o a tizón), pero con hiladas de distinta altura. Las piezas de una misma hilada son iguales, pero la altura es distinta de una hilada a otra. Estamos ante un aparejo SEUDO ISÓDOMO.

Estos conceptos son los que deberá tener en cuenta sea cual fuere el tipo de fábrica que deba dibujar. Tanto trabajando con fábricas de piedra como haciéndolo con fábricas de ladrillo, la nomenclatura citada y su significado le serán de utilidad. Es decir: los tipos de aparejo y sus nombres son los mismos para fábricas de piedra que para fábricas de ladrillo.

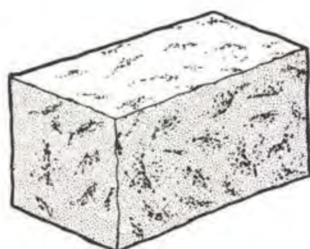
Interesaba tener esta idea general sobre los tipos de aparejos que podemos encontrar en nuestro quehacer profesional. Habidas estas ideas básicas podemos dedicarnos al estudio de las fábricas según sea el material empleado para su construcción. Empezaremos por...

LAS FABRICAS DE PIEDRA

Lo que son los metales nobles en la joyería, es la piedra en la construcción. Lo más noble del arte de la arquitectura se ha construido en piedra, y como testimonio de esta nobleza están los monumentos que nos han legado las civilizaciones del pasado. No es descabellado decir que estas civilizaciones han llegado hasta nosotros gracias a que la piedra ha sido tan poderosa como el tiempo y ha sabido guardar las huellas de un pasado cuyo esplendor contemplamos, aun hoy, en forma de bellísimas construcciones pétreas, de monumentos cuajados de escrituras perfectamente legibles para los eruditos. Verdaderos alardes técnicos de los que pueden aprender nuestros arquitectos.

PROCESO DE LA LABRA DE UN SILLAR





Proceso de separación de un mármol en un gran bloque de piedra.

Es curioso que las artes nobles hayan evolucionado tan poco desde la antigüedad hasta nuestros días. El arte de la joyería, por ejemplo, se practica en la actualidad de forma muy similar a cómo se hacía dos mil años antes de Jesucristo, salvando, claro, la ventaja que representa el conocimiento de nuevos materiales y herramientas. Lo fundamental, empero, sigue siendo lo mismo. Y lo que ocurre con la joyería, ocurre también con el arte de construir con piedra. La estereotomía de la piedra (arte de cortarla) la conocían ya los egipcios de las primeras dinastías, siendo la misma que se practica en nuestros días. Hoy arrancamos la piedra de las canteras por medio de cargas explosivas; griegos y romanos, por ejemplo, lo hacían por procedimientos manuales — a pico y pala, como se dice comúnmente —, pero una vez separada la piedra, hay que darle forma, pulirla, trabajarla según vaya a ser su aplicación; y eso, por lo visto, es algo que no puede variar en sus formas esenciales.

La piedra se extrae de las canteras fundamentalmente en dos estados distintos: MÁRMOLES y GRANITOS. No nos referimos a los materiales específicos llamados mármol y granito, sino a la forma que, por analogía, toma el nombre de estos dos materiales. Los picapedreros llaman *un mármol* a toda piedra cortada en forma de plancha con superficie plana *Un granito* es una piedra de forma y superficie irregular.

¿Por dónde cortaremos mejor un bloque de piedra?... No se atreva a dar la solución si alguna vez se encuentra ante este problema. Pida consejo a un especialista. De la misma manera que un mecánico de automóviles, en cuanto ha oído *roncar* un motor, puede decir cuál es su punto débil, así también un experto picapedrero a la vista de un bloque de piedra nos dirá cuáles son los puntos en que debemos colocar las cuñas para trocearla con facilidad. Hay materiales pétreos muy compactos de los que resulta difícil conseguir framentos uniformes; pero también los hay que presentan estratos muy marcados, separados por lo que se llaman las vetas. De estos materiales pueden conseguirse mármoles, pues-

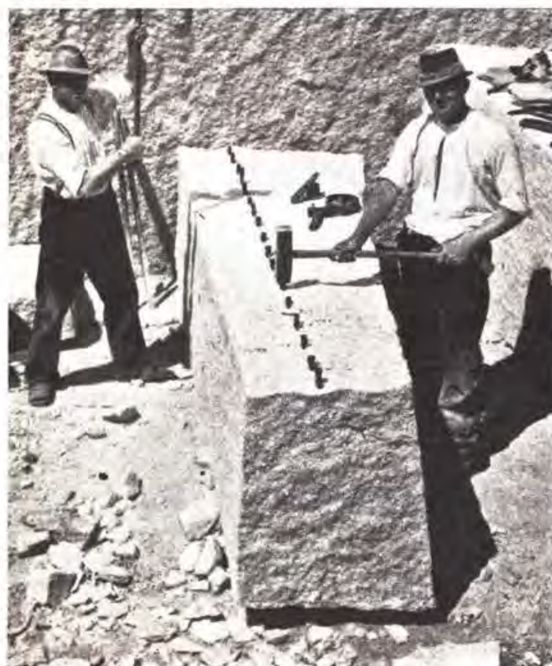
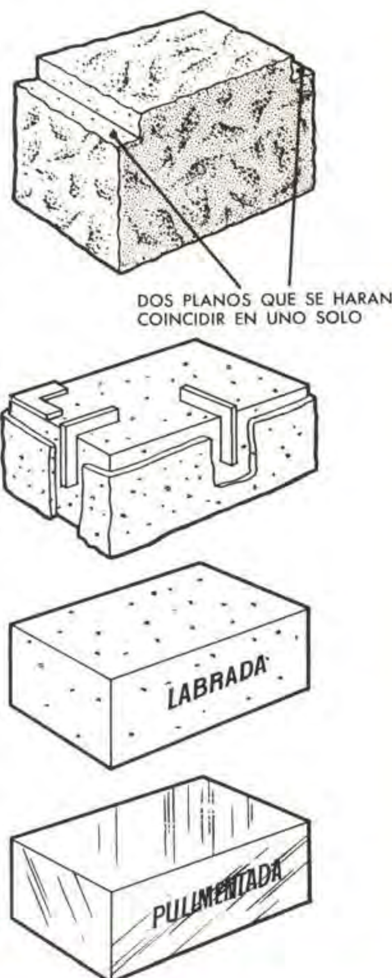




Fig. 109

to que los distintos estratos representan de por sí las zonas de separación entre mármoles. Unas cuñas aplicadas en las vetas escogidas, harán que se separe el mármol deseado. (Fig. 109.)

¿Por qué ha sido considerada la piedra, hasta hace poco, como material muy recomendable para la construcción?... La piedra ha sido el material base de la construcción (y aún lo es para ciertas aplicaciones) de obras de fábrica gracias a su gran resistencia. Esta resistencia, claro, se manifiesta de distinta manera según sea la situación del material dentro de la construcción; pero, principalmente, ha sido su gran resistencia a la compresión lo que ha hecho de la piedra el primer material de construcción reconocido durante siglos.



LA RESISTENCIA A LA COMPRESION...

Es una de las principales características de la piedra, pero está sujeta a variaciones según la clase del material y aun dentro de una misma clase.

En general, las piedras resisten menos a la compresión cuando están empapadas de agua; secas resisten mucho más. Las rocas estratificadas resisten mucho más a la compresión cuando el esfuerzo se ejerce normalmente á los estratos, disminuyendo mucho cuando la dirección del esfuerzo es paralela a los mismos. Las piedras siempre se colocan en la posición óptima que tenían en la cantera, por ser ésta la que mayor garantía ofrece en cuanto a la resistencia del material ante los esfuerzos por compresión.

LA RESISTENCIA A LA ABRASION...

El desgaste es otra característica física a tener en cuenta cuando la piedra debe emplearse para piezas sujetas a frotamientos continuos. Depende mucho de la dureza de las rocas empleadas el que una escalera, por ejemplo, resulte más duradera que otra. Como puede comprender, esta característica será muy importante cuando se trate de proyectar escaleras, aceras, pavimentos y en general todas las partes de un edificio sujetas a la acción erosiva de elementos y materiales distintos. También en este tipo de obras interesará tener en cuenta la resistencia a la rotura por choque.

En general, no serán aptas para resistir estos tipos de esfuerzos las rocas graníticas; se dice que son rocas agrias, o sea, quebradizas.

POSICION CORRECTA E INCORRECTA



LA FORMA Y TEXTURA DE LAS PIEDRAS INFLUYEN EN LA APARIENCIA DE LA OBRA

Las dimensiones y formas de las piedras variarán según la utilización que se les quiera dar en función del efecto plástico deseado. Pero no son sólo las condiciones estéticas las que dominan en la distribución de las piedras y la determinación de sus formas y tamaños. También domina la clase de piedra disponible que, de por sí, nos da ya el despiece: mientras la pizarra (por ejemplo) proporciona piedras largas y planas, las amorfas las proporcionan cortas y gruesas, de modo que, según la

clase de piedra, se obtiene una proporción distinta entre las anchuras y las alturas.

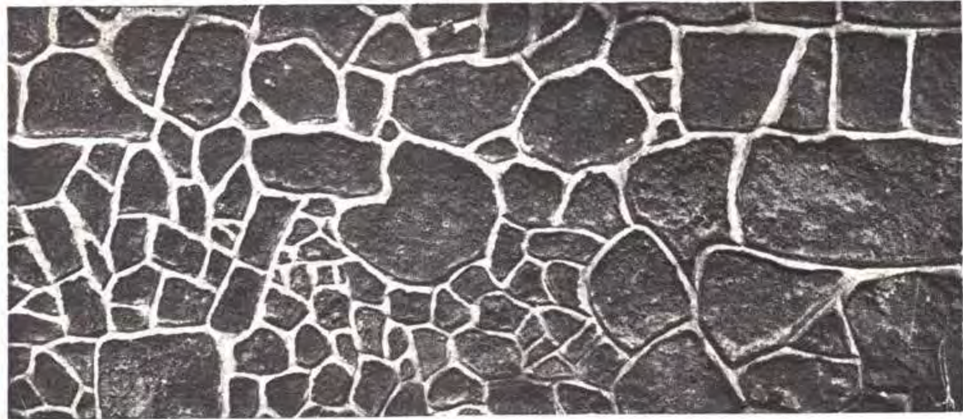
No es todo: las dimensiones requeridas y los despieces impuestos, no solucionan todo el aspecto exterior de la fábrica. Otras cuestiones deben tenerse en cuenta si se quiere que un edificio tenga un determinado carácter.



La naturaleza de la pied confiere distinto carácter la fábrica. La primera id de proporción empieza en forma de la piedra emplead

Predominio de la horizontalidad.





Equilibrio entre altura y anchura.

Uno de los problemas más importantes que se plantea en la arquitectura consiste en lograr unidad a pesar de la diversidad de los materiales empleados; a esto contribuye el acabado que se dé a la parte vista de las piezas pétreas. Una misma piedra, según esté trabajada, puede presentar una textura lisa o granuda, y toda la pericia del picapedrero consiste en el acabado, en el tratamiento punzonado (de punzón), bujardado (de bujarda), etc., que se dé al paramento visto del muro a construir. Entonces los edificios dejan de ser cuerpos muertos para presentarse pujantes de vitalidad y fuerza.







Según sea su acabado, una fábrica de piedra tendrá una u otra personalidad.

Las cuestiones estéticas son vitales en arquitectura. Las juntas, por ejemplo, también pueden aprovecharse para conseguir ciertos efectos plásticos, determinando en las fachadas unos ritmos constantes que dan a veces un aspecto diáfano a las mismas, simplificándolas y sirviendo de unión con los distintos elementos que las integran (puertas, ventanas, etc.).

También la desigualdad de color entre distintas piedras puede ocasionar un sentimiento de cosa viva, algo indefinible pero sustancial, en una fábrica de piedra, siendo en las de mampostería (veremos inmediatamente qué se entiende por fábrica de mampostería) donde principalmente puede interesar la mezcolanza de piedras de color distinto.

La tonalidad de algunas piedras aumenta bajo la acción de los agentes atmosféricos, pero lo normal es que las piedras queden como empañadas, disminuyendo su tonalidad. Por uno u otro efecto, las construcciones se embellecen a través de los años, adquiriendo una pátina especial difícilmente imitable. Sin embargo, por procedimientos químicos, las piedras empleadas en la restauración de monumentos antiguos pueden adquirir la misma sensación de pátina dada por el tiempo apreciable en las piezas auténticamente veteranas.

LOS DISTINTOS TIPOS DE FABRICAS DE PIEDRA
MAMPOSTERIA Y SILLERIA

Cuando una fábrica de piedra está aparejada de forma irregular (pero estable), debido a que se ha construido con piedras sin labrar o con una labra muy grosera, siendo las piedras de tamaños distintos, se dice que la tal fábrica es DE MAMPOSTERÍA.



Un bello ejemplo de mampostería en la decoración moderna

El material empleado en la mampostería, o sea, las piezas colocadas en la fábrica, que están sin labrar, se denominan mampuestos. De ahí el nombre de mampostería para este tipo de aparejos.

La mampostería es una técnica burda, pero que requiere al mismo tiempo una habilidad nada despreciable; y cuando se confiere a los paramentos una misión decorativa, esta habilidad debe acompañarse de un buen sentido del equilibrio.

Sobre el tamaño de los mampuestos es difícil establecer una regla constante; pero puede tomarse como punto de partida la necesidad de que estos mampuestos puedan colocarse con las manos.

Sus medidas aproximadas pueden ser de 30 × 40, 20 × 30 ó 15 × 30 centímetros.

En estos muros todas las piedras deben asentarse sobre su base, que a veces se retoca con el martillo, lo mismo que los salientes inútiles. Lo ideal es que quede un lecho horizontal para recibir una nueva piedra; ante la imposibilidad de conseguirlo a base de piedras irregulares se recurre a lo que se llama EL RIPIADO. Consiste en colocar pequeñas piedras (o ripios) entre las juntas, procurando que la nueva piedra que se coloque quede perfectamente acuñada con ellos para consolidar su estabilidad.

Ripios



También es imprescindible situar repetidas llaves en una misma hilada de piedras, tizones que abarquen, por lo menos, algo más de la mitad del espesor del muro, a fin de asegurar la trabazón entre ambos paramentos.

La norma general dada anteriormente, y que dice que deben evitarse las juntas verticales, sigue aquí con todo su vigor.

En las esquinas se colocan las piedras mayores de forma más regular para asegurar la estabilidad en los ángulos del edificio. Se alternan mampuestos a soga y a tizón.

Una cosa característica en los muros de mampostería, que ayuda a conseguir una mayor estabilidad, es el pequeño talud que acostumbra a dejarse en los paramentos de fachada.

Dadas estas características generales en toda obra de mampostería, veamos las clases de ella que podemos encontrar y que vienen determinadas por la mayor o menor precisión en la situación de los mampuestos. Dicho de otra manera:

La mampostería puede ser más o menos burda; según sea su grado de perfección, se distinguen las siguientes clases:

1. MAMPOSTERÍA EN SECO. — Cuando los mampuestos se colocan sin mortero y su trabazón se consigue por simple apoyo entre las piedras, se dice que la fábrica es de mampostería en seco.

Esta mampostería es recomendable cuando en el lugar de la obra hay abundante piedra, y sobre todo cuando esta piedra es de cantera o del tipo pizarra. Al tener las piedras una superficie casi plana, queda asegurada su base de asentamiento. En estos casos, resulta una mampostería económica.

Los mampuestos se escogen uno a uno, puesto que la trabazón quedará garantizada en cuanto el apoyo es perfecto, quedando las piedras perfectamente emplazadas en el conjunto.

Se recurre a los ripios para compensar lo que pueda faltar a una hilada de piedras para llegar al lecho horizontal que permita la admisión de una nueva hilada.

Este tipo de mampostería viene a demostrar que, aun en los casos de construcciones más sencillas, la más insignificante fábrica puede transmitir una verdadera sensación estética. Para ello sólo se requiere que la situación de los mampuestos sea la más adecuada.

Sus principales aplicaciones son: separación de parcelas, caminos vecinales, muros de sostenimiento o contención de tierras.



Mampostería en seco con piedra de cantera. Observe la preocupación para obtener verdaderas hiladas y la aplicación de ripios.



Muro de contención de mampostería en seco.

2. MAMPOSTERÍA ORDINARIA. — Aparece el empleo del mortero, pero en la menor cantidad posible. Los mampuestos siguen sin ninguna clase de labra. Las piedras son de forma irregular y, por lo mismo, sin aparejo por hiladas. Se adaptan unas a otras todo lo posible y las juntas se rellenan con ripios a fin de ahorrar la máxima cantidad de mortero.

Sus principales aplicaciones son: muros de contención, cimentaciones, muros de edificios que deban soportar poca carga.





Izquierda: Fábrica de mampostería ordinaria.
Derecha: Mampostería hormigonada.

3. MAMPOSTERÍA HORMIGONADA. — Viene a ser una variante de la mampostería ordinaria, pero con la ventaja de que no precisa, como las demás, ninguna especialización. Los mampuestos se mezclan con hormigón, que actúa de aglomerante; pero la cantidad de mampuestos viene a representar sólo un 25 % del volumen de la fábrica, por lo cual quedan separados unos 10 cm.

Por utilizarse el hormigón como aglomerante se emplean en cimientos, consiguiéndose resistencia, homogeneidad e impermeabilidad, que es característica del hormigón de cemento Portland. También se hacen mamposterías hormigonadas con cemento lento, pero las escasas diferencias de precio hacen que se emplee mucho más el Portland por sus inigualables cualidades.

Para conseguir muros de mampostería hormigonada se necesitan encofrados o moldes que contengan la masa de hormigón y mampuestos cuando aún no ha fraguado la masa.



Fábrica de mampostería careada. Vea la tendencia poligonal de los mampuestos.

4. MAMPOSTERÍA CAREADA. — Este aparejo, de marcada tendencia poligonal en sus paramentos, es producido por el empleo de los pequeños bloques procedentes de las voladuras de las canteras, en las que, por este motivo, suelen romperse los vértices o aristas de estas piedras. Los mampuestos, pues, no tienen forma y dimensiones determinadas.

Con ellos se obtienen estructuras casi perfectamente ajustadas. Los mampuestos se seleccionan de forma que sus caras y juntas de paramento (ligeramente retocadas) queden perfectamente acoplados sin dejar ver los ripios, aunque se empleen en el interior del muro.

Las aplicaciones más corrientes son: muros de contención o sostenimiento, revestimiento de terraplenes, paredes medianeras de construcción y también fachadas. Observe cómo las aplicaciones admitidas son aquellas que representan grandes superficies.

5. Mampostería concertada. — Los mampuestos tienen formas toscamente geométricas porque llevan el retoque rudimentario, pero absolutamente necesario, para conseguir su asentamiento y trabazón sin necesidad de ripios.

Las piedras proceden de cantera y son de forma paralelepipédica aproximada, encontrándose incluso varias piedras de igual altura, lo que facilita la formación de verdaderas hiladas. Si no es así, se recomienda situar una junta horizontal cada metro o metro y medio de altura.

Las juntas de llaga (o sea las verticales) deberán alternarse de modo que entre las juntas de dos hiladas contiguas nunca haya una separación menor de 20 cm. Dichas juntas no tendrán un espesor mayor de 3 cm.

Algunas veces estas juntas se descarnan (se les quita la parte de mortero más cercana a la superficie del paramento) y luego se rellenan con otro mortero de mayor resistencia formando un cordón saliente. Sin embargo, la verdad es que el efecto plástico es mucho más agradable cuando las juntas, tanto llagas como tendeles, se dejan rehundidas.

Aplicaciones: toda clase de muros.



Muro de mampostería concertada.

FABRICAS DE SILLERIA

Se llama sillar a un bloque de piedra labrada de forma geométrica, generalmente de paralelepípedo rectángulo, cuyas caras permiten un acoplamiento perfecto. Es fácil de comprender que cuando los elementos de una fábrica pueden situarse unos encima de otros con un perfecto apoyo entre sus caras, la estabilidad del edificio forzosamente debe aumentar.

Los sillares se asientan mediante una capa de mortero de unos 2 cm de espesor, que se reduce a unos 3 mm cuando se ha colocado el sillar encima y se ha comprimido con el mazo. De esta manera las cargas se transmiten con absoluta regularidad de un sillar a otro. El contacto con las juntas laterales se hace primeramente en seco para rellenarse después con un mortero muy fino.

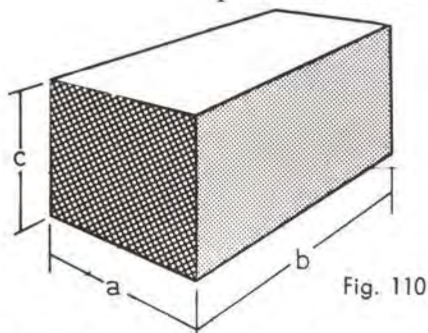


Fig. 110

Sillar: No pueden darse medidas exactas por cuanto su tamaño varía mucho según sea el tipo de obra y su función en la misma.



Los sillares pueden tener distinta función dentro de la obra; así, podemos distinguir los *sillares de apoyo,* cuando sobre ellos se apoya la carga que debe repartirse en las fábricas subyacentes. Podemos hablar también de *sillares de esquina* cuando se trata de aquellos sillares con dos caras acabadas según la forma que corresponda al aparejo de la esquina de un edificio.

El tamaño de los sillares es generalmente grande, lo cual requiere un sistema mecánico que permita su colocación en la obra. Su excesivo peso no permite una manipulación directa.

La arquitectura por fábrica de sillería representa la aristocracia del edificio, y las verdaderas obras de arte conseguidas por este sistema constructivo han salido gracias a la perfecta conjunción de todas las partes integrantes, cuyo estudio se ha realizado pensando en el resultado final, considerando al edificio como un todo orgánico, cada una de cuyas partes era vital tanto a su sostenimiento como a su carácter. Las dimensiones del edificio y el aspecto plástico de las piedras son dos cosas íntimamente ligadas y que deben tenerse en cuenta al dibujar el despiece de los distintos paramentos. Las juntas, que en la Edad Media eran consideradas como un defecto inevitable, pueden convertirse en motivo de experiencias estéticas, como queda demostrado en las edificaciones helénicas, romanas y renacentistas en ellas inspiradas.

Cuanto menor es el tamaño de los sillares, mayor apariencia de grandiosidad tiene el edificio. Con este detalle, pues, puede modificarse el tamaño aparente de una edificación.

Sin embargo, el tamaño de los sillares tiene un límite mínimo que asegura el aspecto noble y la estabilidad a cualquier altura que se edifique. En una casa de viviendas la altura mínima del sillar debe ser de unos 25 cm. En construcciones palaciegas, la altura pasa a ser de 35 cm.

Algunas veces, con el fin de aprovechar pequeños bloques de piedra, se labran sillares más pequeños que reciben el nombre de sillarejos. Se emplean para pequeñas construcciones generalmente revocadas.

Tenga en cuenta que las fábricas de piedra siempre han venido a servir una idea de grandiosidad, que se ha mostrado de muy distintas formas a través de la Historia. Esta sensación de grandiosidad puede traducirse también por un afán de inmortalidad, que se ha manifestado en la preocupación habida en los hombres para que sus construcciones resistiesen eternamente el pasar del tiempo, permaneciendo como mudos testimonios de la existencia de una civilización, de un pensamiento o de un hombre. La idea de resistencia viene pareja con el tamaño: a grandes construcciones corresponden grandes piezas. Por eso los sillares siempre han sido de dimensiones muy considerables.

El talud que recomendábamos para las fábricas de mampostería aparece en ocasiones en las fábricas de sillería, aunque de forma muy ligera, casi imperceptible, en las paredes del zócalo y planta baja.



La idea de grandiosidad y permanencia viene dada por el tamaño de las piedras.
La arquitectura egipcia es prototípica en este aspecto. Observe la enormidad de los arquitrabados hechos de una sola pieza.

ALMOHADILLADOS



Aspecto característico de una fábrica con aparejo almohadillado romo.

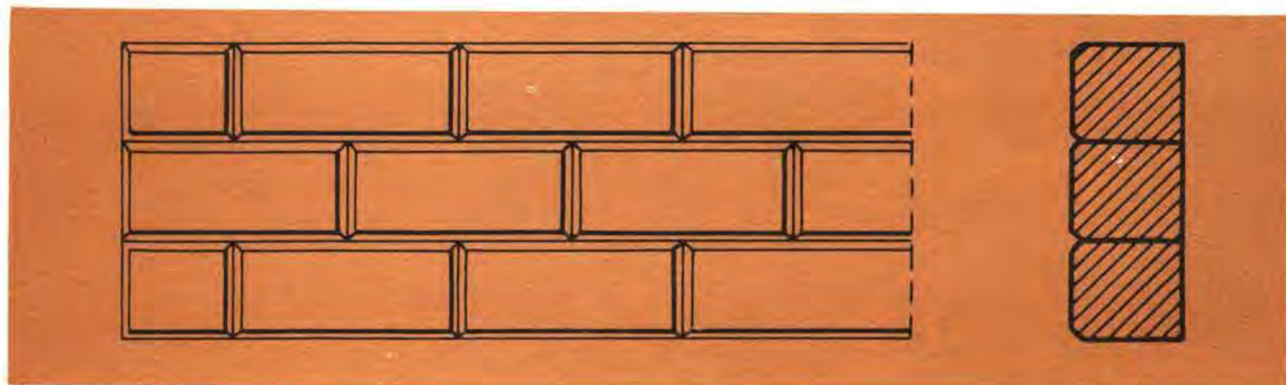
Hemos hablado de que helénicos y romanos sabían aprovechar las juntas de los sillares para conseguir distintas apariencias de los muros. Se aprovecha la disposición de las juntas para dar expresión al edificio, de modo que han surgido unos sistemas de juntas muy característicos, generalmente herencia de Roma, que pueden conseguir que un edificio o parte del él tenga una apariencia distinta a la que tendría con unas juntas normales y sin trabajar.

Las juntas pueden ser lisas o normales, en cuyo caso se habla de una SILLERÍA RECTA.

A los lados de las juntas puede dejarse una franja lisa, mientras que el resto del sillar o almohadilla se deja sólo desbastado (sillería averrugada) o bien en labra fina (sillería almohadillada).

Dentro de la variedad de la sillería almohadillada podemos distinguir distintas clases, según sea la forma dada a la parte del almohadón.

EL INGLETE. — Los sillares tienen su borde con un chaflán aproximado de 45°. La vista frontal de este tipo de almohadillado presenta un doble juego de aristas: las correspondientes a sus juntas y las correspondientes al borde del chaflán de los sillares. (Fig. 111.)



EL ROMO. — Las juntas quedan retrasadas del plano anterior del sillar gracias a la forma roma dada a los mismos. En la vista anterior sólo aparece la línea de junta, debiéndose indicar que se trata de un sillar romo por medio de una línea de trazos que indique allí donde empieza a redondearse. (Fig. 112.)

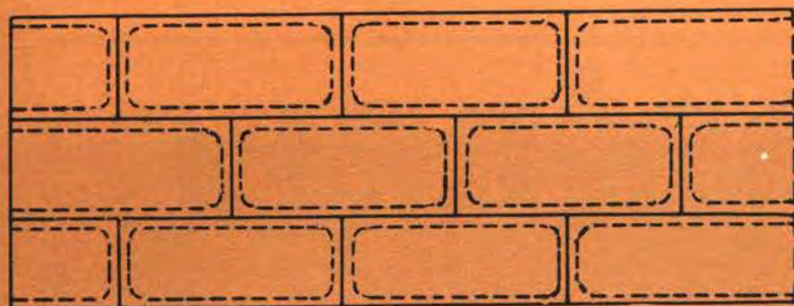




Fig. 112

ROMO

El caveto. — Este tipo de sillar almohadillado sobresale de la junta gracias a una hendidura tallada en sus bordes en forma aproximada de un cuarto de circunferencia. En la vista frontal aparecen las juntas y los bordes salientes del sillar. (Fig. 113.)

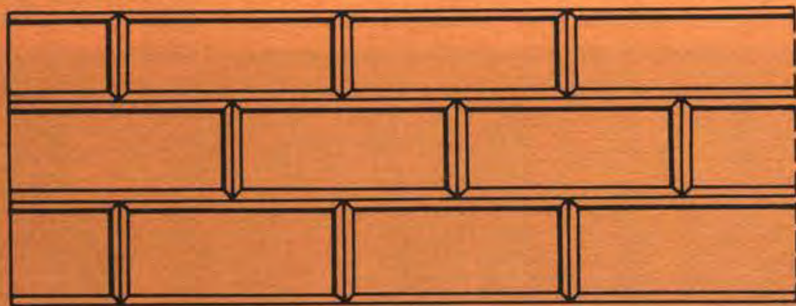




Fig. 113

CAVETO

Achaflanado. — Sillar de aristas vivas con un entrante en forma de ángulo recto que abarca los cuatro lados del sillar. Su forma aparece perfectamente clara con una sección y una vista frontal. (Fig. 114.)

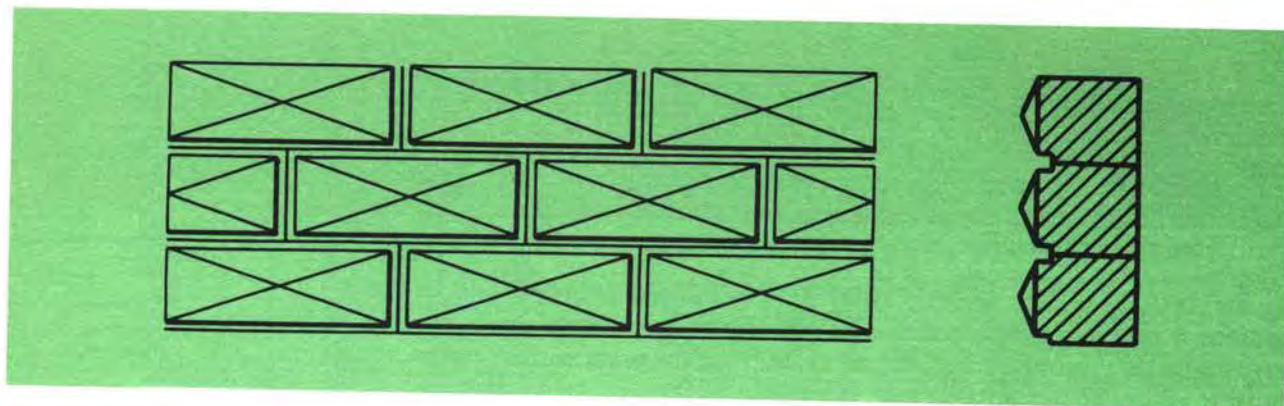




Fig. 114

ACHAFLANADO

Punta de diamante. — Dibujemos, por último, una variedad del almohadillado anterior: el llamado punta de diamante. Observe en la figura 115 cómo es exactamente un sillar achaflanado, al que se le ha añadido, bien una pirámide con vértice muy poco saliente o bien un juego de planos inclinados en forma de tejado de cuatro pendientes.



PUNTA DE DIAMANTE

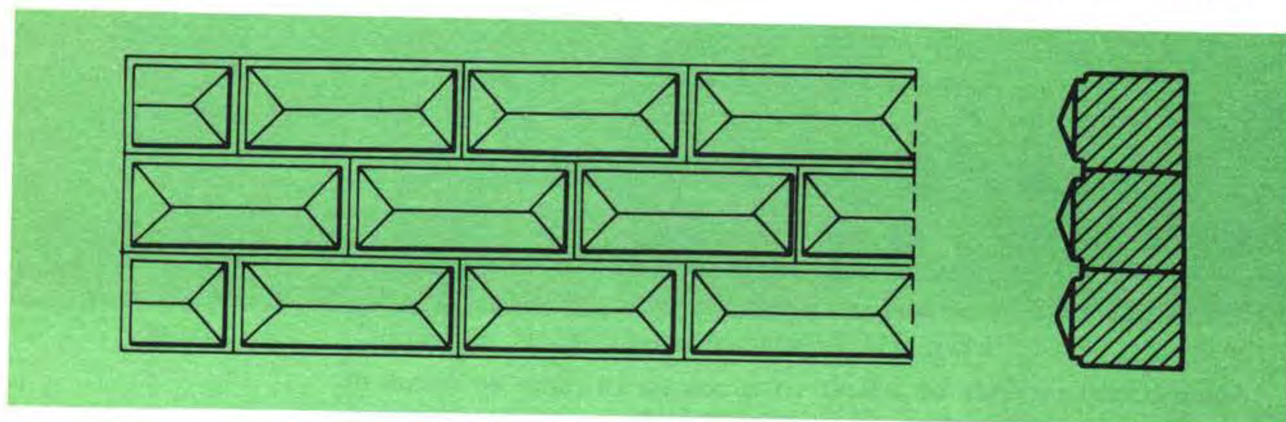


Fig. 115

Conociendo estas variantes de las fábricas de sillería, creo que está en condiciones de pensar y realizar el despiezo de cualquier muro que requiera este tipo de trabajo.



Proyectos 2

EL HOMBRE COMO UNIDAD DE MEDIDA

Siendo el hombre el dominador de la Creación, quien sabe servirse de la naturaleza para asegurar su subsistencia, es natural que todas las cosas del Universo tengan con él una relación volumétrica constante. El hombre compara las demás cosas con él y de esta comparación le viene la idea de su tamaño. Nos asusta pensar en la posibilidad de darnos de narices con un elefante, porque este animal es mucho mayor que nosotros. Hablamos de la pequeñez de una hormiga porque la comparamos con nuestro tamaño, puesto que si la comparásemos con el tamaño de una bacteria, pongamos por caso, resultaría que la hormiga es enorme. Las cosas son mayores o menores según el dato comparativo que se escoja. El hombre, desde la más remota antigüedad, se ha constituído en unidad de medida de todo cuanto le rodea. Todavía hoy, cuando queremos dar una idea del tamaño de algo, es corriente emplear frases como éstas: es tan alto como tres hombres juntos. Era un árbol tan grande que cuatro hombres con los brazos extendidos no abarcaban su tronco.



Fig. 116

El pie, el codo, el palmo, la braza, son unidades de longitud derivadas de las medidas normales de un brazo, un palmo, un pie, etc.

Todo aquel que quiera dominar el arte de la construcción, debe empezar por ejercitarse en adquirir el sentido de la proporción y magnitud de lo que debe proyectar. Y como se proyecta para el hombre, es natural que estas proporciones y magnitudes nos vengan dadas por el espacio que ocupa el ser humano. Locales, muebles, utensilios, todo lo que de una forma u otra interviene en la vida del hombre, debe tener las dimensiones apropiadas para que su utilización resulte cómoda.

El hecho de que el hombre tenga una idea inmediata del tamaño de las cosas en cuanto puede compararlas con un ser de su misma especie (otro hombre) es muy utilizado por los proyectistas, quienes al lado de la vista principal de lo proyectado sitúan una silueta humana dibujada a la misma escala empleada para el dibujo del proyecto. Vea cómo, en las figuras 116 y 117, tenemos una noción inmediata del tamaño del sillón y del árbol, gracias a que se ha dibujado un hombre sentado en el primero y un hombre de pie junto al segundo. Sobre todo en planos de decoración y en dibujos de muebles, es muy conveniente esgrimir este pequeño truco, porque se da el fenómeno siguiente: que las cosas dibujadas a escala generalmente se imaginan mayores de lo que en realidad serán una vez fabricadas. Si existe el término de comparación que representa una silueta humana, la apreciación mental del tamaño real de lo representado en el dibujo es mucho más exacta.



Fig. 117

Y puesto que debemos proyectar para hombres — si alguna vez debemos hacerlo para animales ya nos preocuparemos de buscar las medidas normales del animal en cuestión —, es justo que nos dediquemos unos momentos a estudiar las medidas imperantes en el cuerpo humano adulto.

Los artistas se han preocupado por encontrar lo que se llama el CANON de las proporciones humanas, canon que ha variado según las tendencias estéticas del momento. Así, por ejemplo, algunos escultores griegos del siglo V a. de J. C. consideraban que el hombre perfecto era aquel cuya altura total era igual a siete cabezas. Lisipo, escultor del siglo IV a. de J. C., también griego, estableció un canon de ocho cabezas. Eso nos habla de la preocupación que el conocimiento de las proporciones humanas ha llevado a los hombres que de una forma u otra se han relacionado con cuestiones estéticas.

Pero estos cánones representan siempre unas medidas y proporciones ideales que poco interesan al proyectista. Debemos ver las dimensiones de un hombre normal; eso es lo que nos importa. Ya sabemos que no hay dos hombres iguales y que su estatura difiere mucho entre distintos individuos. Hay hombres bajos y hay hombres altos; y en términos generales debemos suponer que el proyectista no trabajará de manera distinta para hombres de 1'95 m de altura y para hombres de 1'65 m. Lo que se hace es tomar un término medio considerando que el hombre normal tiene una estatura de 1'75 m. Así, por ejemplo, puestos en la necesidad de proyectar un nuevo modelo de silla, lo haremos pensando que en ella debe sentarse un hombre de 1'75 m de estatura. Pero este hombre tiene unas articulaciones que marcan puntos fijos, articulaciones que permiten adoptar las distintas poses bajo las que contemplamos un cuerpo humano. No es, pues, suficiente conocer la estatura del hombre. En el caso concreto de una silla (que es uno de los más característicos) debemos conocer la altura a que se encuentran las rodillas, la medida aproximada de los muslos, el nivel de los codos por si la silla debe convertirse en sillón con brazos, etc.

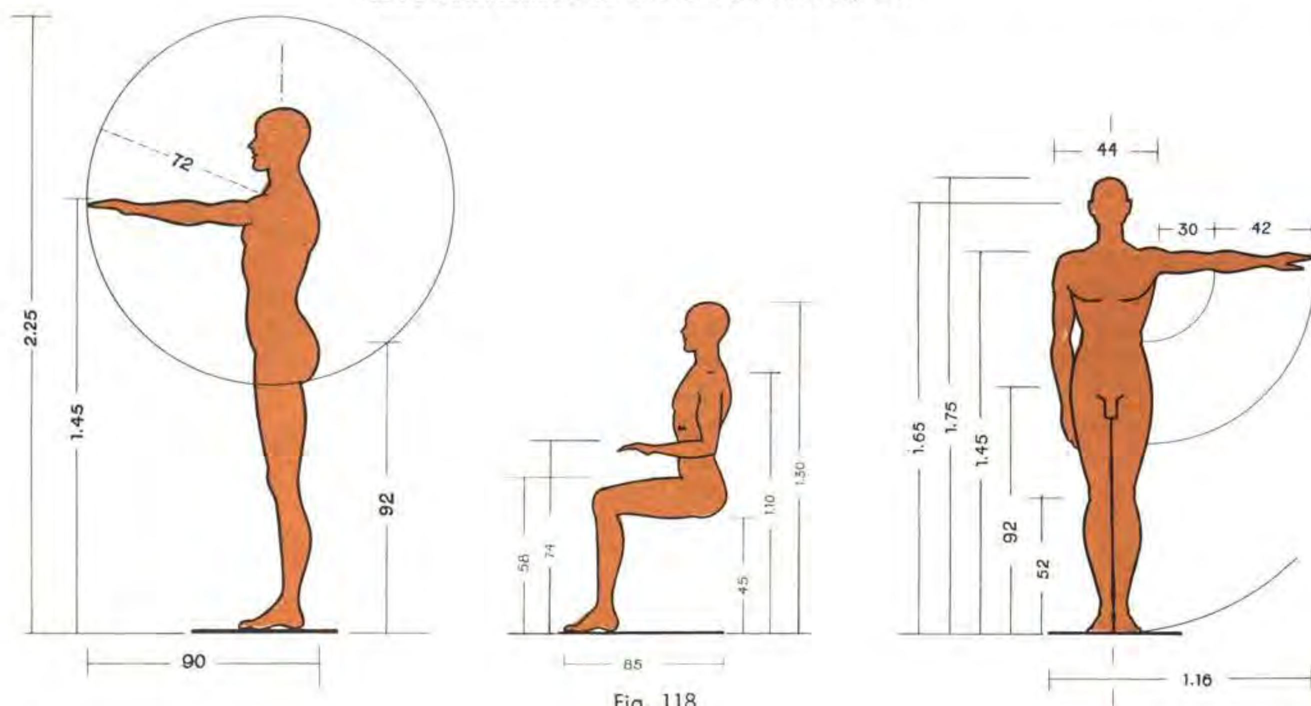


Fig. 118

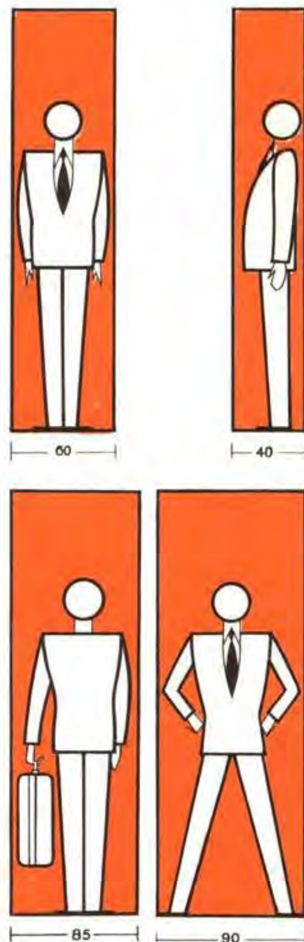
No demos más rodeos y vamos a ver de forma gráfica cuáles son las medidas que debemos considerar en el hombre, de las que dependerán buena parte de las cotas de un proyecto. (Fig. 118.)

Este es el hombre normal, hombre que vive y siente. Observe que aquí apuntan dos direcciones distintas en la vida humana: una hecha de movimiento (la parte mecánica) y otra hecha de sentimiento, que para el proyectista tiene la misma importancia que la primera.

Que el hombre se mueva, que ocupe un lugar en el espacio, nos lleva a la solución de unos problemas volumétricos, de solución y distribución de espacios. Pero que el hombre sienta, nos trae problema de más difícil solución. Son problemas ambientales, de decoración y de orden funcional. Apuntamos su existencia.

En resumen: que debemos conocer cuál es el tamaño normal de los útiles más comunes en la vida del hombre, porque no podremos proyectar una vivienda sin saber el espacio que en ella ocuparán los muebles que sin duda necesitarán sus habitantes. Un mueble no puede tener unas medidas caprichosas, sino que debe ajustarse a lo que el hombre necesita. Pero aun hay más: el hombre, como ser social, no siempre actúa aislado, sino que la mayoría de las veces actúa acompañado, en sociedad, de grupos más o menos numerosos. Por tanto, hay que contar con los espacios imprescindibles al hombre cuando se encuentra acompañado; estos espacios, naturalmente, serán unos u otros según la posición adoptada por cada uno de los individuos a considerar.

Y ahora, vamos a proceder a un estudio gráfico de los casos más comunes que el proyectista debe considerar en su quehacer cotidiano. Queremos decir que es seguro que deberá tener en cuenta un día u otro los casos que vamos a exponer.



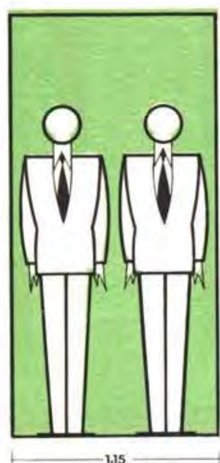
Anchuras a tener en cuenta para un hombre en posición vertical.



Cuando el hombre deja la posición vertical adopta, por lo común, posiciones de reposo.

Sillas, sillones, extensibles y divanes requieren los espacios útiles óptimos, detallados al pie de los gráficos de la izquierda.

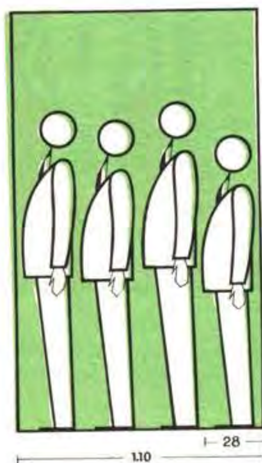
EL HOMBRE SE RELACIONA CON SUS SEMEJANTES...





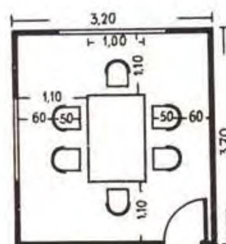


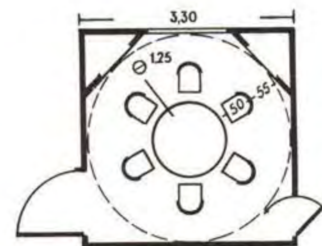






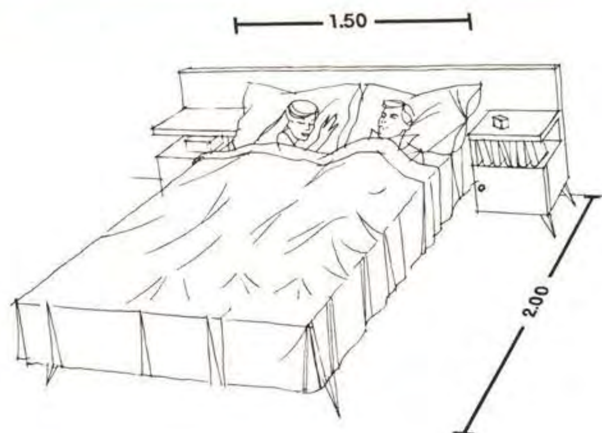
Esta relación nos lleva a considerar unos espacios óptimos para que la vida social se desarrolle con la comodidad que da la adecuada distribución del espacio disponible.





...Y TIENE UNA VIDA INTIMA Y FAMILIAR

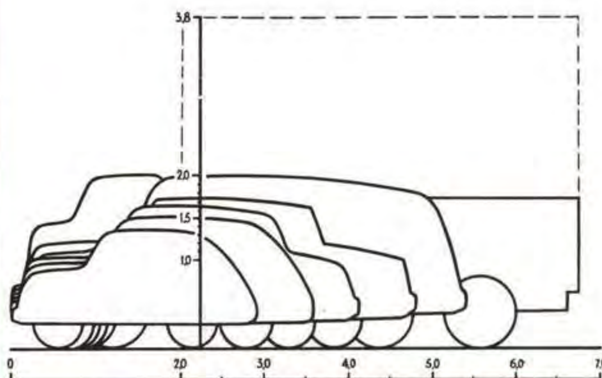




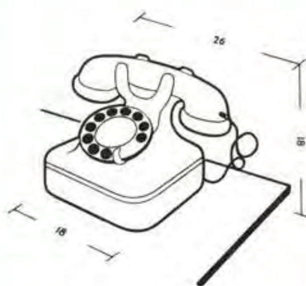
La vida intima y familiar del hombre requiere un mobiliario y los espacios vitales que el proyectista debe tener muy en cuenta.

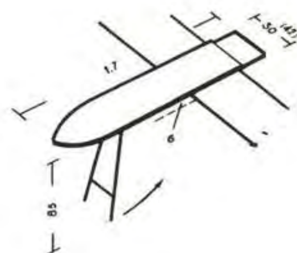
EL HOMBRE Y LA MUJER TRABAJAN

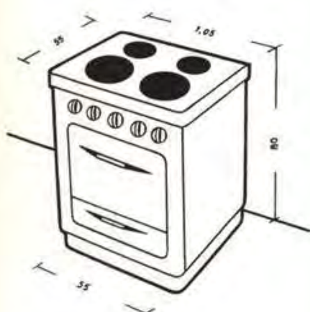


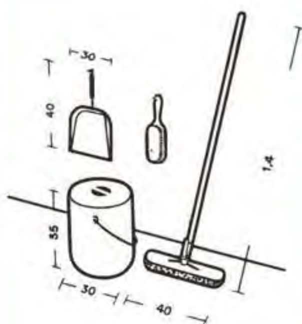


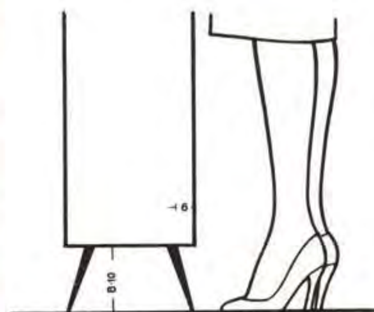
El trabajo humano requiere también unos espacios dados por el hombre en sí y por los útiles que emplea para ayudarse en la tarea que tiene encomendada.











Estos son unos pocos ejemplos, pero suficientes para hacernos comprender que todo proyecto debe apoyarse en unas medidas que vienen determinadas por el hombre mismo, considerado como unidad comparativa del espacio que necesita para moverse con comodidad y del tamaño que deben tener todos los útiles que deberán tener alguna relación con él en un momento u otro de ser de su quehacer cotidiano.

La importancia de este punto de partida que es el considerar los espacios óptimos que el hombre necesita en cada una de sus funciones vitales, se manifestará cada vez con mayor claridad en cuanto nos veamos envueltos en los múltiples problemas que comporta la proyección de un edificio, de una de estas cajas para hombres, como comparativamente los llamábamos al iniciar el capítulo de tecnología de esta lección.



Prácticas de dibujo en construcción 2

DIBUJOS TECNICOS DE ARQUITECTURA A MANO ALZADA GENERALIDADES

DEL PAPEL TRANSLÚCIDO

Gran parte de los dibujos originales que se realizan en una oficina técnica de construcción —casi todos— deben copiarse para ser distribuídos al personal técnico que interviene en las obras, o para ser enviados a los archivos oficiales.

Esto motiva que los dibujos se realicen pensando en los sistemas de reproducción a emplear. Hablaremos en otra ocasión de estos sistemas; pero por ser el más usual el procedimiento que utiliza el dibujo como clisé fotográfico, será conveniente tratar con preferencia de las técnicas de dibujo sobre películas translúcidas.

El principal inconveniente de estas películas es su movimiento de dilatación según los cambios de temperatura y humedad atmosféricos. Quizá el que presenta mayor dilatabilidad es el papel vegetal, precisamente el más usado por su bajo precio comparado con las películas menos dilatables.

Las películas de plástico y las planchas de vidrio prácticamente no acusan dilatación; pero su mayor precio y los sistemas de archivo del vidrio representan un problema de espacio, aparte de las posibles roturas.

Las técnicas más depuradas tendentes a una absoluta precisión de los dibujos técnicos no sólo han hecho posible el trazado sobre el vidrio mediante tinta china preparada con lacas, sino que se ha llegado al refinamiento de trazar líneas con punzones rayando sobre una superficie preparada con un barniz especial.

¡Pero no es necesaria tanta exactitud en el dibujo de construcción!

Como película translúcida, el papel vegetal es suficiente y sólo nos debe preocupar que el material con que grafiamos en su superficie tenga una opacidad lo más absoluta posible.

DE LA TINTA Y LÁPIZ

La tinta china es de calidad totalmente opaca; presenta dificultades en el borrado, especialmente por el tiempo que se pierde rascando en la superficie del papel. La falta de fluidez también puede causar molestias al dibujante mientras que no descubra que adicionando unas gotas de agua destilada a la tinta... ¡todo en marcha!

Como elemento líquido que es puede producir los tristemente conocidos accidentes causados por el contacto de la tinta china con el borde de la regla o escuadras. ¡Mucho cuidado!

Pero a pesar de estas dificultades, con nada se puede conseguir mayor nitidez de líneas, opacidad a la luz, indelebilidad y exactitud de trazado sobre el papel que con la tinta china.

Teniendo en cuenta que con la tinta china normalmente no se puede dibujar, sino únicamente repasar, hace bastante tiempo que se pensó en la posibilidad de emplear el lápiz como único elemento opaco y prescindir del trabajo de repasar a tinta.

Se estudió a fondo y aparecieron en el mercado lápices de grafito especial con el que se consigue mayor opacidad que con el grafito corriente; en muchas oficinas técnicas de construcción los utilizan por su mayor rapidez al quedar excluído el repasado a tinta. De estos lápices especiales citamos los más acreditados en el mercado europeo:

A. W. FABER-CASTELL-9.000. 8B a 5H (negro)

STAEDTLER-MARS-LUMOGRAPH

STAEDTLER-MARS-LUMOCHROM (en 24 colores)

Sin embargo todos los planos cuya copia debe enviarse a los archivos oficiales — y esto sucede con todas las construcciones — suelen repasarse a tinta, dejando a lápiz, para ser policopiados de esta manera, sólo los detalles técnicos.

LAS LÍNEAS A MANO ALZADA

En el dibujo arquitectónico o de construcción, abundan mucho las líneas rectas — trazadas con reglas y escuadras — y en menor cantidad las curvas circulares trazadas con compás y las no circulares trazadas con ayuda de las plantillas de curvas.

Pero muchas veces se presenta la necesidad de trazar líneas a mano alzada — o a pulso, como dicen algunos —, y para ello se precisa, además de una técnica determinada, unos pacientes y previos ensayos de iniciación.

En realidad se trata de croquizar con limpieza y precisión en unos dibujos, toda posible incorrección de los cuales aparecerá en las copias resultantes. ¡Y esto debe evitarse!

Al trazar líneas sin apoyarse en un borde rectilíneo — reglas o escuadras —; ni en borde curvo — plantillas de curvas —; ni estar estas líneas equidistantes de un centro — como acontece con el uso del compás —, SE CUENTA CON UNA LIBERTAD ABSOLUTA DE TRAZADO, de la que resultan unas posibilidades inmensas para la representación gráfica.

Pero trazar líneas libremente — aunque sea en un espacio limitado —, sin sujeción a ningún medio mecánico de dibujo, significa conducir las líneas sobre la superficie del papel según el dictado de la propia inteligencia, entrando de lleno en un terreno subjetivo donde actúa en mayor grado el gusto personal.

Según los resultados obtenidos en este sentido, un dibujante puede ser muy apreciado.

Ante todo es preciso adiestrarse en la correcta conducción de las líneas PRECISAMENTE POR DONDE QUEREMOS DIRIGIRLAS y no por donde ellas quieran ir. La mano — el buen pulso — debe obedecer a nuestra inteligencia, que es quien dirige de acuerdo con nuestro certero golpe de vista; quien encauza y corrige si es preciso.

LO QUE HACE EL PRINCIPIANTE

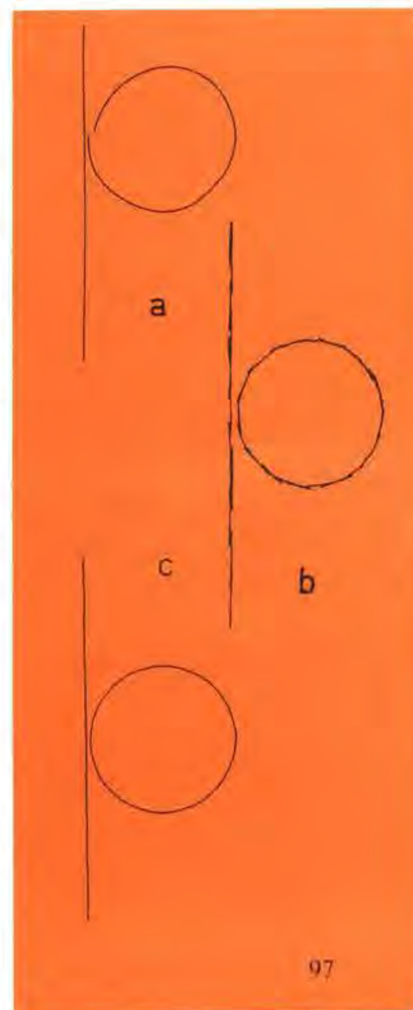
Al croquizar, todo principiante teme a las normales sinuosidades producidas por el pulso, y la mayoría quieren disimularlo.

Algunos optan por trazar las líneas con rapidez (*a*).

Entonces son enérgicas y aparentan no estar trazadas a pulso; pero impiden, por su rápido impulso, la exactitud del trazado. Se trata de líneas incontrolables; y esta manera de trazarlas no sólo es desaconsejable sino totalmente inadmisible.

Otros creen que la impericia de su pulso quedará disimulada mediante rasgos enérgicos, pero tratan de controlar su exactitud mediante rasgos pequeños (*b*). Entonces la línea resultante consiste en una sucesión de trazos superpuestos; no aparece limpia y seguida, sino altamente confusa y carente por completo de concreción.

Estas líneas de trazos superpuestos no son aconsejables porque, además de aparecer titubeantes, suelen ser de dudosa interpretación, cosa inadmisible en un dibujo técnico definitivo, porque es necesario no apartarse nunca de un lenguaje claro, ordenado y limpio en función de las representaciones eminentemente demostrativas de los problemas constructivos resueltos.



LO QUE DEBE HACERSE

La línea utilizada usualmente en tales casos y la técnica empleada en su consecución es una respuesta perfecta a lo que entendemos esencialmente por línea.

Nada más sencillo que describirla sobre la superficie del papel me-



diante el desplazamiento de un punto (la punta de grafito o de la plumilla) dirigido según nuestra propia voluntad. Aunque se produzcan las naturales oscilaciones propias de un trazado a pulso (*c*), podrán disminuir con la práctica adquirida, aunque no por completo. En realidad estas oscilaciones no molestan y menos a quien haya visto muchos dibujos técnicos (incluso en libros o revistas) realizados completamente a pulso.

Cuando los trazos de una línea no puedan ser continuos debido a un cambio de posición de la mano o del brazo, se reanudará la línea evitando *siempre* la superposición — que produce un punto negro como de soldadura (*d*) —; aunque ello signifique dejar un punto blanco (*e*) entre los dos tramos de línea, siempre es mucho más limpio a simple vista o quizá imperceptible. Con cierto tiempo de práctica, este punto blanco llega a reducirse tanto que prácticamente no existe (*f*).

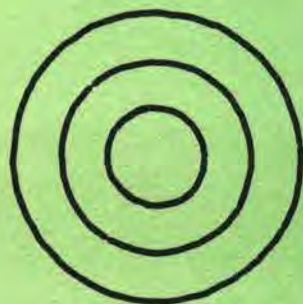


CÓMO EJERCITARSE

La experiencia ha demostrado que los mejores ejercicios prácticos son los que proporcionan todas las posibilidades de trazado.

En este caso, nada mejor que reseguir una diana (círculos concéntricos) y un haz de rectas sobre un papel vegetal, pero sin variar su posición. Debe dibujarse con tinta china, claro.

Es aconsejable empezar practicándose en reseguir los trazados con línea gruesa, con las que las sinuosidades son menos perceptibles y por ende menos «décourageantes», terminando por las puntas más finas posibles.



Por ejemplo, se puede empezar con plumillas de rotular gruesas, y a medida que se adquiere seguridad y exactitud al reseguir se van usando las más delgadas hasta que se consigan dianas completas con plumillas de dibujo.

Al empezar, pronto se comprobará que las direcciones de trazado no son indiferentes. Mientras no se haya conseguido un total automatismo, pueden servir de guía las indicadas con una flecha.

También será un buen ejercicio reseguir dibujos técnicos de detalles constructivos. Puede servir para el caso el de estructuras de hormigón armado y forjados de piso que aparecen en esta misma lección.



También se admiten los trazos enérgicos cuando son únicos; es decir: cuando se trata de líneas suficientemente cortas que puedan quedar resueltas de un solo trazo sin necesidad de superposiciones.

Tal sucede en la rotulación, donde las superposiciones de líneas son fatales, y en cambio las deformaciones de las letras son siempre más aceptables a condición de que el trazo exprese seguridad y firmeza.

Dejando aparte la rotulación, cuando se emplean trazos enérgicos, generalmente se trata de dibujos de IDENTIFICACIÓN de materiales o de detalles de AMBIENTACIÓN, en los que se manifiestan fácilmente los conocimientos del dibujante, a la vez que sus recursos y personalidad.

Se trata de dibujos que difícilmente se imitan con toda exactitud de otro dibujante.



DIBUJOS DE MUROS DE MAMPOSTERIA

El dibujo de las fábricas de sillería puede resolverse a base de regla y escuadras; pero no así los dibujos de fábricas de mampostería, en las

que la ausencia de líneas rectas hace imposible todo uso de reglas y escuadras. Estos dibujos deben realizarse a mano alzada.

NORMAS GENERALES A TENER EN CUENTA

Al dibujar fábricas de mampostería es necesario que la representación que de ellas se haga esté de acuerdo con el aspecto constructivo de la obra y que, además, den una perfecta sensación de realidad. Es decir: todo lo que deberá tenerse en cuenta al construir la obra de que se trate, debe también cuidarse en el dibujo, por lo cual lo primero que debe procurarse es que en el dibujo se eviten todas las juntas verticales, procurando, en cambio, que las horizontales dominen en la construcción.

HAY QUE DIBUJAR PRIMERO LOS MAMPUESTOS MAYORES. Esta es una norma general que debe tenerse en cuenta en todo dibujo de fábricas de mampostería: empezar por aquellos mampuestos del paramento que tienen una mayor altura, primero los más largos y terminando por los cuadrados, procurando no abusar de ellos, puesto que son los que se encuentran con menos frecuencia.



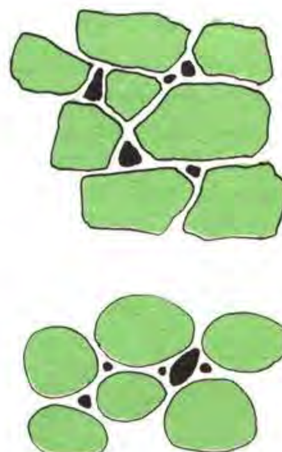
Orden a seguir para dibujar los mampuestos: de mayor a menor, empezando por los más largos.

EN SEGUNDO LUGAR DEBEN DIBUJARSE LOS MAMPUESTOS QUE TIENEN UNA ALTURA MENOR, empezando igualmente por los más largos para terminar por los cuadrados.

Debe seguirse esta tónica (reduciendo alturas) hasta llegar a los mampuestos de menor tamaño. Entonces los huecos que quedan en la pared se rellenan con nuevos mampuestos, procurando, siempre que sea posible, no emplear más de uno en cada hueco. Debe reconocerse, empero, que no siempre será posible hacerlo así, en cuyo caso se emplean dos o más mampuestos.

Esta norma es válida para toda clase de mampostería, aun para la careada y la de cantos rodados: se empieza por los mayores, llegando a los más pequeños, para rellenar finalmente los espacios vacíos con un mampuesto, siempre que sea posible.

Este orden a seguir (de mayor a menor) en el dibujo de una fábrica de mampostería nos lleva a considerar algunas cuestiones que sólo resolveremos satisfactoriamente si nos ejercitamos en ellas.



Los espacios vacíos se llenan con nuevos mampuestos.

CUATRO CUESTIONES A TENER EN CUENTA AL DIBUJAR UNA FABRICA DE MAMPOSTERIA

La PRIMERA CUESTIÓN es por qué deben dibujarse primero los mampuestos mayores. Es la siguiente: dibujando primero los mampuestos mayores se determinan las superficies que con toda seguridad no podrán ser superadas, ya que los demás mampuestos serán más pequeños. Esta seguridad es más dudosa procediendo con otro orden y conviene mantener un cierto equilibrio entre las dimensiones máximas de todas las zonas de la pared.

La SEGUNDA CUESTIÓN es saber el tamaño máximo que se dará a los mampuestos del muro que dibujamos. Ya hemos dicho que cuanto mayor sea el tamaño de las piezas empleadas en el muro, más pequeño *aparenta* ser el conjunto proyectado. Esta es una pura cuestión de efecto.

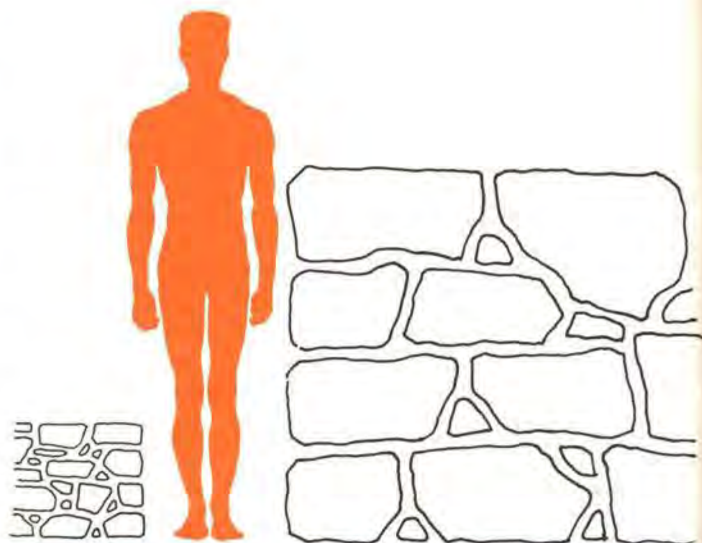
Dibujar mampuestos cuyo tamaño esté acorde con la realidad es una cuestión muy importante; y de no tenerse en cuenta y pecando por defecto (si dibujamos unos mampuestos mucho más pequeños de lo que corresponde a la realidad) nos exponemos a dibujar un muro que parezca de grava, mientras que si hacemos lo contrario podemos dar la sensación de haber dibujado una muralla ciclópea. Para mejor percatarse de que damos a los mampuestos la dimensión requerida de acuerdo con la escala a que dibujamos, es conveniente situar una silueta humana junto al paramento que estudiamos. Si tenemos la ventaja de conocer la dimensión de los mampuestos que van a emplearse en la construcción, es lógico que realicemos el dibujo de acuerdo con este dato.

La TERCERA CUESTIÓN es: ¿dónde deben situarse los mampuestos a medida que se dibujan?...

Siendo los de mayor tamaño los que deben situarse primero, se colocarán en las esquinas del edificio y en los marcos de puertas y ventanas, así como en la coronación de los muros. En resumen: *Mampuestos grandes en todas las aristas o límites de paramento.*

También será conveniente repartir algunos de los mampuestos de mayor tamaño por toda la superficie del muro. Es importante cuidar la perfecta distribución de los mampuestos de cada tamaño, porque de este modo evitamos que todos los mampuestos grandes se amontonen en una misma zona, lo que nos obligaría a juntar en otras zonas todos los mampuestos pequeños. Debemos conseguir a toda costa el equilibrio del conjunto.

La CUARTA CUESTIÓN es la cantidad de mampuestos de cada tamaño que deberemos emplear. Es evidente que pronto ocuparemos toda la superficie del paramento si abusamos de los mampuestos de gran tamaño, máxime cuando hemos dicho de empezar por situar los mampuestos mayores. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que algunos muros, por su naturaleza constructiva, deben dibujarse enteramente a base de grandes mampuestos. Por ejemplo, los muros de mampostería careada o los de cantos rodados. En ellos existe muy poca diferencia de tamaños.



Dos defectos que debe evitar: dibujar mampuestos demasiado pequeños... o dibujarlos demasiado grandes.

Pero la mampostería ordinaria normal, y también la concertada, admiten algunas variantes según sea la combinación entre mampuestos grandes, medianos y pequeños.

Al dibujar un muro de estos tipos, podemos integrarlos:

***a*) Sólo con grandes mampuestos.**

***b*) Sólo con mampuestos pequeños.**

***c*) Por una mezcla de todos los tamaños con preponderancia de uno de ellos.**

***d*) Por ausencia de mampuestos de tamaño mediano, originando con ello un contraste muy acusado.**

Todas éstas son posibilidades a nuestro alcance que nos permiten una buena gama de variantes para dar personalidad al paramento de un muro.

RECURSOS EFECTISTAS

En las oficinas técnicas de arquitectura se aceptan ciertos recursos encaminados a dar una mayor viveza y realce a los dibujos de muros, haciéndolos más atractivos y quitándoles la monotonía que pudieran tener. Los dividiremos en cuatro apartados:

a) Algunos mampuestos pueden colocarse en sentido vertical, aunque se trate de paredes de piedras esquinosas (con claro predominio de la horizontal), como también puede recurrirse a alguna junta inclinada. En realidad esto último no es un recurso, por cuanto el caso suele presentarse en la realidad; pero sí lo es cuando se piensa en él de buenas a primeras buscando aquellos puntos del muro en los que más falta hace una inclinada que reste monotonía a la totalidad del paramento.

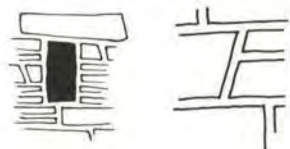
b) En algunas zonas monótonas es posible conseguir un mayor interés repasando algunos mampuestos con línea más gruesa (doble o triple) que la que hemos empleado en los demás. Sin embargo, no es prudente abusar de este recurso, por cuanto repasando demasiados mampuestos de una misma zona, si bien aumenta su interés, disminuye automáticamente el de las demás, cosa que tampoco es conveniente. Otro recurso consiste en puntear algunos mampuestos.

c) Los efectos de luz son un gran recurso para avivar un dibujo. La representación de las sombras, cuando se hace con buen gusto, es siempre un excelente recurso decorativo.

En este caso suele representarse el paramento en sombra con su normal continuidad en cuanto a la representación de las piedras se refiere; pero éstas se ennegrecen dejando la línea de junta en blanco. En algunas oficinas técnicas, para ganar tiempo, prescinden de estas líneas blancas, en cuyo caso no hay por qué dibujar nada dentro de estas zonas.

También las piedras del paramento iluminado pueden acusar la dirección de la luz, trazándose las partes correspondientes a la zona de sombra con línea gruesa.

Este recurso no se esgrime en todos los paramentos, sino sólo cuando hace evidente la necesidad de enriquecer el dibujo. Y sea como fuere, lo que nunca debe olvidarse es la *absoluta necesidad de que todas las sombras respondan a una misma dirección de la luz.*

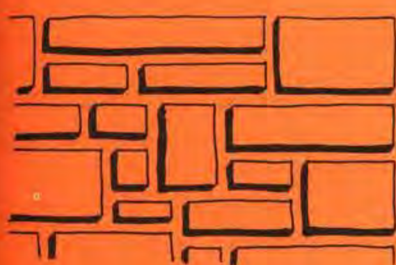




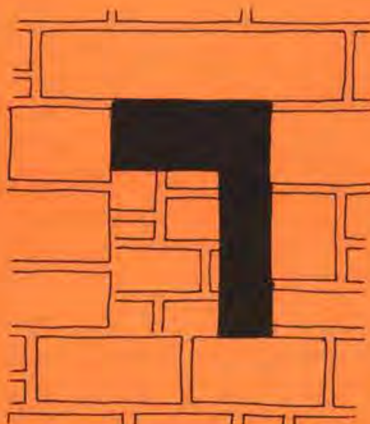
DETALLES DE MURO CON RECURSOS EFECTISTAS

Arriba: Mampuesto vertical, mampuesto inclinado, punteado y reseguido.

Abajo: Efectos de sombra según los tres sistemas indicados.

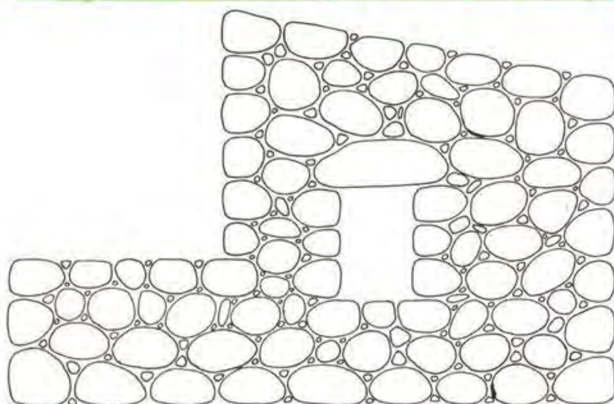


Observe cómo las partes opuestas a la luz se han destacado por medio de una línea gruesa.

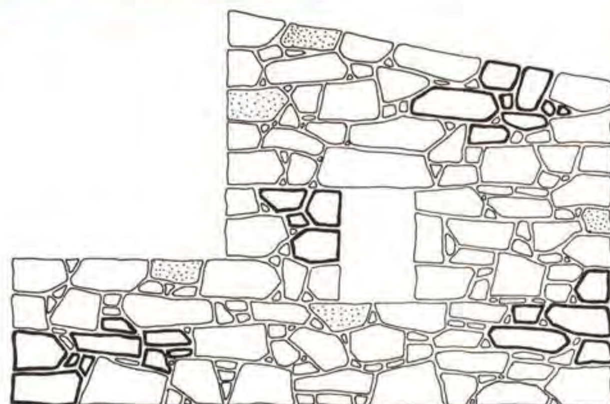




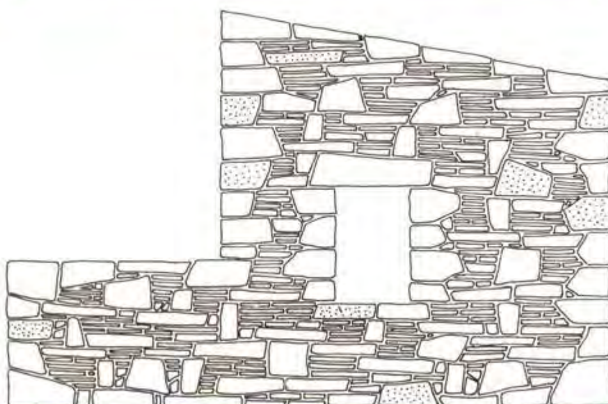
DISTINTAS SOLUCIONES PARA UN MISMO PARAMENTO
Observe la aparición de los distintos recursos efectistas



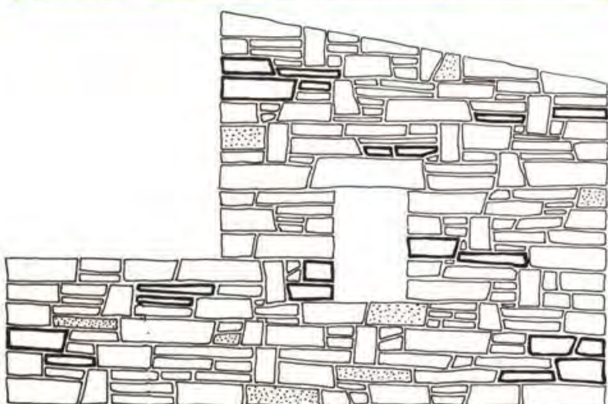
Mampostería de cantos rodados.



Mampostería ordinaria dibujada con dos recursos efectistas.



Mampostería ordinaria con piedras de predominio horizontal. Hay mampuestos verticales.



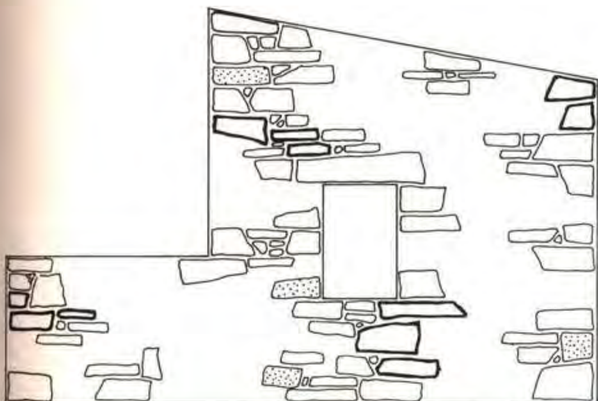
Otro ejemplo de mampostería ordinaria de predominio horizontal.

d) En los paramentos de gran superficie, cuando podría ser una gran pérdida de tiempo rellenarlos completamente de mampuestos dibujados y cuando a juicio del proyectista podría ser desagradable una gran superficie minuciosamente dibujada, se recurre al truco de no ocupar la totalidad de estas superficies con mampuestos. Se trata, pues, de dibujar parte de los mampuestos que figurarán en la obra, pero de forma que *la impresión visual sea la de que se trata de un muro totalmente ocupado*. Para conseguir este efecto no pueden darse normas concretas, pero se sigue un criterio lógico, que es el siguiente:

Cuando una persona se sitúa ante una pared real, no repara en la totalidad de mampuestos que la forman, sino que su atención se centra sólo en algunos de ellos, en zonas concretas de la pared. Estos son, pues, los mampuestos que deberemos dibujar. Pero ¿cuáles son?... Podemos decir que son aquellos que se encontrarían a faltar si al primer golpe de vista no los percibiésemos. Esto, claro, depende de cada pared y de lo que en ella pueda haber: puertas y ventanas fundamentalmente.

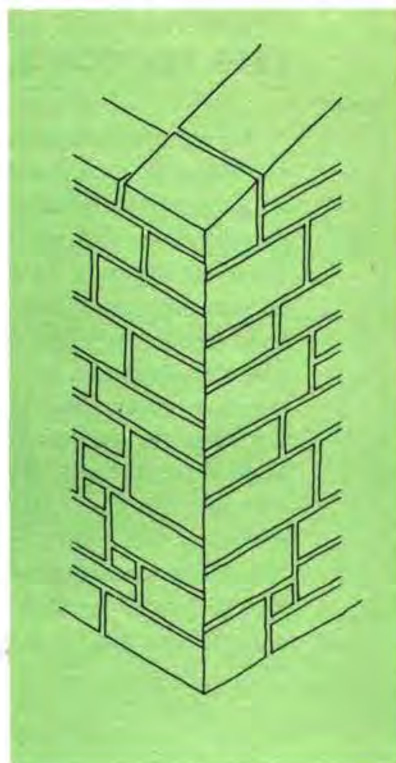
Lo que se persigue es que las zonas con mampuestos dibujados sean tales y estén tan justamente en el lugar que pediría la primera ojeada, que la sensación de conjunto sea la de una pared de mampostería completamente dibujada.

Una mala disposición podría hacer pensar que se trata de una pared de mampostería, pero con partes revocadas, cosa que de momento no pretendemos.

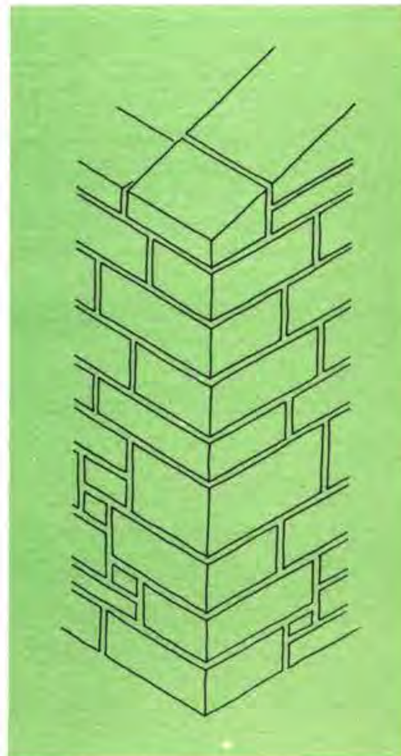


Este es un buen ejemplo de paramento solucionado sin dibujar la totalidad de los mampuestos.

Al margen presentamos la solucion correcta y la incorrecta de la arista en que concurren dos paramentos de una fábrica de mampostería.
Observe cómo en el dibujo BIEN cada mampuesto concurrente a la arista tiene su continuación en el otro paramento.



MAL



BIEN

Repetimos que no pueden darse reglas fijas para esgrimir con éxito este recurso; es algo que entra en el terreno de lo personal, del buen gusto innato. Pero es evidente que practicándose en ello, solucionando una misma pared de diversas formas, uno llega a intuir cuál será la mejor disposición en el caso de que no interese dibujar la totalidad de mampuestos.

En los dibujos de paredes en los que aparecen los dos paramentos concurrentes a una misma arista, cosa que acontece sobre todo en los dibujos perspectivos y axonométricos, debe tenerse muy en cuenta que en las esquinas aparecen las mismas piedras en los dos paramentos visibles, por lo cual las juntas deben coincidir perfectamente, pensando en la continuidad que en un paramento puedan tener las piedras del otro.

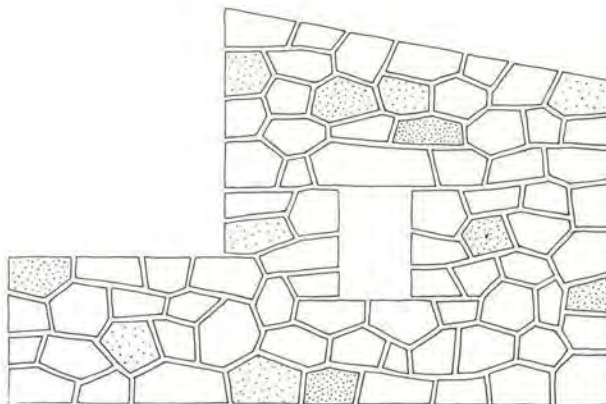
No caiga en la tentación de dibujar mampostería con regla y tiralíneas, aunque se trate de mampuestos concertados; la sensación sería de sillares y no de mampuestos.

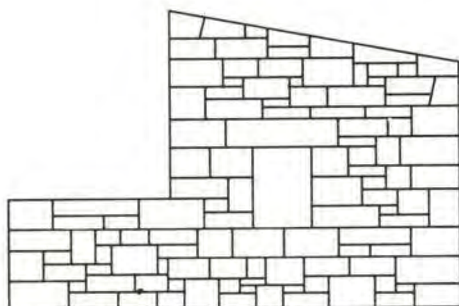
En dibujos muy pequeños no tienen cabida los detalles, por lo que es innecesario dibujar la doble línea de junta que hemos prescrito a través de todos los ejemplos. En este caso no debe considerarse un error trazar con regla la mampostería concertada, aunque la pérdida de tiempo que supone hace más recomendable seguir con los trazos a mano alzada.

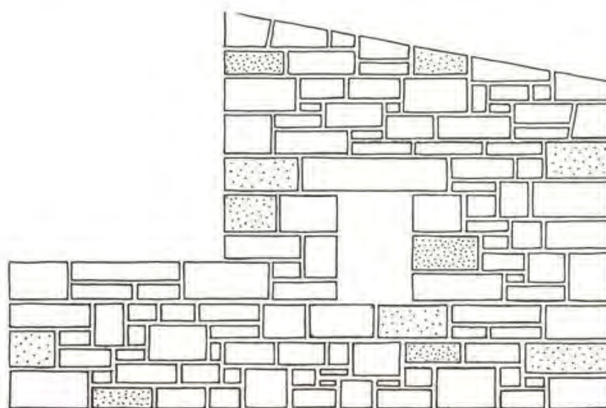
Eso es todo. Ahora es cuestión de que, por su cuenta y riesgo, dedique algunas horas a practicar este tipo de dibujo a mano alzada. Insistimos en algo que hemos dicho al principio: que un proyectista puede llegar a ser muy apreciado en su faceta de dibujante, si es capaz de dominar perfectamente el dibujo arquitectónico a mano alzada. Esta especialidad tiene un pie en el campo de lo artístico, ¿comprende?... Y los artistas no abundan mucho.

TERMINAMOS LA LECCION CON TRES NUEVOS EJEMPLOS

Cerrando la lección adjuntamos tres nuevos ejemplos de dibujos de muros de mampostería. El primero de ellos es un muro de mampostería careada con el recurso efectista del punteado de algunos de sus mampuestos. Sigue un dibujo a mano alzada de un muro de mampostería concertada con el mismo recurso efectista. Observe, además, la aparición de algunos mampuestos verticales. Finalmente, vea un muro, también de mampostería concertada, pero dibujado con regla. Estamos ante un caso de dibujo reducido en el que puede dibujarse con regla... y sin separar las juntas. Se trata del mismo muro anterior y puede apreciarse fácilmente que la calidad del dibujo disminuye considerablemente.









DC 18
DG 35



Proyectar es fácil



AFHA

CONSTRUCCION

Lección 3
MATERIALES Y ELEMENTOS
El ladrillo
Fabricación y formas de ladrillos

Lección 3
TECNOLOGIA
Los ladrillos en obras de fábrica
Aparejos de ladrillo
Los elementos constructivos
Nomenclatura y descripción

Lección 3
PROYECTOS
Ejecución del proyecto
Planificación del mismo

Lección 3
PRACTICAS DE DIBUJO
Dibujo de paredes de ladrillo

MATERIALES Y ELEMENTOS

3

LOS MATERIALES CERAMICOS EN LA CONSTRUCCION

ASPECTO HISTORICO

EL LADRILLO EN NUESTROS DIAS

FABRICACION Y FORMA DE LOS LADRILLOS

Hasta ahora hemos pasado revista a los materiales metálicos más empleados en construcción, deteniéndonos lo necesario en el hierro en razón de su inmensa utilidad. Posteriormente, en la lección 2, le llegó el turno a los conglomerantes (cales, cementos, yeso, sin olvidarnos los áridos, morteros y hormigones).

Siguiendo la pauta emprendida, le ha llegado el turno a los materiales cerámicos y, entre éstos, el ladrillo, cuya utilidad práctica es obvio considerar, puesto que todos estamos acostumbrados a ver con gran profusión este modesto elemento apilado o en obra en todo edificio en construcción.

Empezaremos nuestra exposición con un suscinto repaso al aspecto histórico para describir, después, los distintos tipos de ladrillos utilizados en nuestros días, así como su fabricación, sus formas y dimensiones.

Por último, en el capítulo de «Tecnología y Cálculos de la Construcción», nos extendemos sobre la obra de fábrica de ladrillo, esto es, en sus distintos aparejos, denominaciones, etc.

Un capítulo especial — concretamente en el 5.° grupo de lecciones — está dedicado a la técnica del hormigonado (léase hormigón armado) y demás elementos con él relacionados.

Asimismo, por su importancia en la actualidad, merecen un capítulo entero los elementos prefabricados, ya sean de hormigón o cerámicos. Pero no nos adelantemos a los acontecimientos. Nuestro estudio debe ser racional, que es tanto como decir bien dosificado y hoy, en esta lección, nos toca hablar de ladrillos.

ASPECTO HISTORICO

Para comprender de una manera inmediata la importancia que en todos los tiempos han tenido las piezas cerámicas dentro de los quehaceres normales del arte de construir, vale la pena que — de una manera muy sintetizada y a través de algunas ilustraciones — consideremos la mayor o menor importancia que se ha dado, al correr de los siglos, a las piezas fabricadas a partir de la arcilla.

Paralelamente al arte de construir en piedra, se desarrolla otra técnica: la del ladrillo, cocido o crudo, que ha proporcionado a la Humanidad nuevas posibilidades constructivas con ventajas (y desventajas también) sobre la técnica de la piedra.

Sin que sea determinar un carácter de prioridad en la importancia de ambos sistemas constructivos, quizás debiéramos llegar a la conclusión de que nos interesa mucho más estudiar los sistemas constructivos derivados de las distintas piezas cerámicas, que estudiar los sistemas constructivos derivados de la piedra.

¿Por qué esta conclusión?... En nuestros tiempos la piedra ha pasado a un segundo plano de importancia, mientras que el ladrillo sigue manteniendo su vigencia. Podemos afirmar que el ladrillo es aun pieza indispensable en toda construcción. Este humilde elemento, confeccionado con la más humilde de las materias (el barro), ha permitido, desde las más remotas civilizaciones mesopotámicas hasta nuestros días, la erección de suntuosos edificios y la construcción de las viviendas más modestas.

CALDEA Y ASIRIA

Usaron el ladrillo en forma masiva con una técnica y ejecución depuradísimas, y descubrieron la gran facilidad con que pueden prepararse las piezas cerámicas y la comodidad con que con ellas se consiguen las obras de fábrica.

En obras de tipo monumental emplearon el ladrillo esmaltado y obtuvieron calidades de verdadera excepción.

Ladrillos esmaltados.

Friso de los leones en Babilonia (570 a. de J. C.) - Museos del Estado; Berlín.

PERSIA ANTIGUA

Encontramos la utilización de ladrillos, sobre todo en la construcción de viviendas modestas; pero ello no es óbice para que descubramos que, en su calidad de ladrillo esmaltado, lo emplearon en la construcción de grandes palacios y templos.

Cerámica vidriada.

"Grifo" de Susa (465 a. de J. C.) - Museo del Louvre; París.

EGIPTO Y GRECIA

Como dato de referencia y como curiosidad, recordamos que en el libro del Exodo se dice que el pueblo hebreo se vio obligado por el Faraón a fabricar con limo negro del Nilo los ladrillos para la erección de las murallas de Pitom. Sin embargo, la cultura egipcia es eminentemente pétrea y no se demuestra por parte alguna el dominio de la técnica del ladrillo.

Está demostrado que los griegos conocían perfectamente la técnica del ladrillo; pero dada la abundancia de mármol (materia considerada mucho más noble) sólo emplearon el ladrillo para usos secundarios.

ROMA

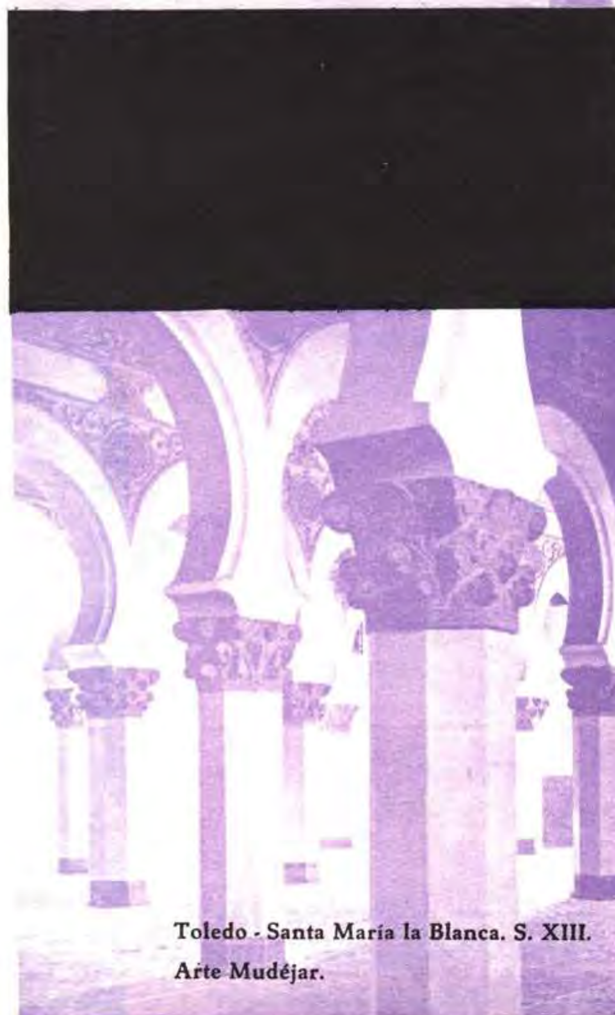
Roma se percató de las grandes posibilidades constructivas del ladrillo. Los ladrillos romanos eran de gran tamaño y perfectamente cocidos. En todo el antiguo Imperio Romano aparecen vestigios de muros, arcos, bóvedas y otros elementos estructurales realizados en ladrillo, si bien lo disimularon bajo estucos o placados de piedra.

Ruinas de las Termas de Caracalla en Roma.

Obra de fábrica en ladrillo cocido.



Mezquita de Córdoba (entre 786 y 1001).
Arte Musulmán.



Toledo - Santa María la Blanca. S. XIII.
Arte Mudéjar.

BIZANCIO

Es extraordinario el uso que la cultura bizantina hace del ladrillo para obtener los elementos estructurales de sus construcciones. Sin embargo, la fábrica de ladrillo siempre aparece recubierta de estucos, mármoles y mosaicos.

ARTE MUSULMAN

Los árabes consiguen una verdadera revolución en el arte de construir en ladrillo y propagan sus técnicas en los países conquistados. Los árabes revalorizan el ladrillo prescindiendo de los elementos de cobertura; lo dejan visto y, combinándolo en infinitas formas, consiguen paramentos de un alto valor decorativo.

En España, donde el arte musulmán se manifestó con todo su esplendor, quedan maravillosos monumentos donde puede apreciarse una técnica ladrillera que no ha sido superada: la Mezquita de Córdoba, la Giralda de Sevilla, la Alcazaba de Granada, el Palacio de Galiana en Toledo, etc.

ARTE MUDEJAR

Como heredero que es del arte musulmán tiene especial predilección por las construcciones en ladrillo; consigue formas propias caracterizadas por grandes paños decorativos en que aparecen dibujos angulosos señalados por pequeños vuelos sucesivos, y resuelve elementos constructivos con rara habilidad.

ROMANICO

Aunque la piedra sea mucho más característica dentro del románico, paralelamente a ella y a las formas del mudéjar, aparece el románico en ladrillo, que imita las formas constructivas en piedra.

RENACIMIENTO

La importancia del ladrillo disminuye grandemente durante la época renacentista. El afán desmedido por imitar las formas clásicas hace que la piedra *tome el mando* y sea de nuevo el material preferido de los arquitectos del Renacimiento, sobre todo en las épocas extremas del período histórico que consideramos: época plateresca y barroca.



El ladrillo en nuestros días

FABRICACION FORMA Y DIMENSIONES

Arco Triunfo (Fragmento)
Barcelona

EL LADRILLO EN NUESTROS DIAS

Actualmente, tanto el ladrillo como las restantes piezas cerámicas que han aparecido en el mercado de la construcción satisfacen las más perentorias necesidades, así como las más insignificantes cuestiones de detalle.

La mejor manera de percatarse de la extensa gama de necesidades que cubren los elementos cerámicos obtenidos por la cocción de la arcilla es dar un repaso a las múltiples especialidades que constituyen los actuales programas de fabricación.

Vea este sucinto muestrario y se dará cuenta inmediata del vasto campo de aplicación que actualmente ha conseguido una materia prima de apariencia tan burda como es el barro.



PIEZAS PARA OBRAS DE FABRICA

Ladrillos macizos, huecos, perforados, aplantillados, etc.

PIEZAS PARA CELOSIAS

Cuadradas, hexagonales, cuartos de circunferencia, etc.

PIEZAS PARA TECHOS

Casetones, bovedillas, viguetas, soleras (machihembrados), etc.

PIEZAS PARA CUBIERTAS

Tejas planas, curvas, etc. Caballetes terminales, escamas para cúpulas, etc.

ELEMENTOS PARA CONDUCCIONES

Tubos cilíndricos y prismáticos, canales, etc.

PIEZAS PARA PAVIMENTACION Y APLACADO

Mosaicos (gres, vidriado, etc.), baldosas, azulejos, tobas, panots, mimbeles, zócalos, vierteaguas, plintos, etc.

ELEMENTOS SANITARIOS

Lavabos, lavaderos, fregaderas, bidets, W.C., etc.

PIEZAS ORNAMENTALES PARA LA CONSTRUCCION

Balustres, barandas, remates de chimeneas, surtidores, figuras, macetas, etc.

FORMAS DOMESTICO-DECORATIVAS

Figuritas, recipientes, vasijas, jarros, etc.

De este muestrario se deduce que la capital importancia de la cerámica dentro del arte de la construcción se debe a la posibilidad de obtenerla en forma de productos fabricados en serie. Pero ello no quiere decir que (a escala mucho más reducida) la fabricación manual y las realizaciones de pura artesanía no tengan cabida dentro de las posibilidades de la materia. Algunas obras alcanzan renombre universal por sus valores artísticos.

EL PORQUE DE LA IMPORTANCIA DE LOS MATERIALES CERAMICOS

Cabe preguntarse: ¿por qué la moderna arquitectura, a pesar de la aparición de nuevos materiales y de la rapidez de los sistemas constructivos, sigue eligiendo los materiales cerámicos de manera tan notoria en las grandes cantidades en que los emplea?

Las causas principales son cuatro:

a) Por su relativo bajo coste, debido a la baratura de las materias primas y a la rapidez de fabricación que suponen los sistemas mecánicos.

b) Por la bella apariencia de los ladrillos, con los que pueden conseguirse construcciones de duradera e irreprochable presencia, cuando están secundadas por una aplicación perfecta.

c) La facilidad de manejo y colocación.

d) La duración e inalterabilidad del material cerámico.

En resumen: Mucha calidad y — relativamente — bajo precio.

PROPIEDADES DE LA ARCILLA

La arcilla es la materia prima principal de todos los productos cerámicos, que, una vez cocida, se transforma en una nueva roca que no encontramos en la naturaleza.

Habiendo gran variedad de arcillas — que pocas veces se encuentra pura —, es natural que los productos de su cocción presenten entre sí grandes variedades de color, plasticidad y composición química. La plasticidad, naturalmente, sólo puede tenerse en cuenta antes de la cocción, puesto que por ella tal propiedad de la arcilla se pierde completamente. Esta plasticidad es la propiedad que mayormente debe buscarse en una buena arcilla; gracias a ella la pasta se deforma mediante la acción de un esfuerzo, permaneciendo tal deformación una vez retirada la acción que la produjo. La plasticidad depende de la cantidad de agua que contenga la arcilla y del tamaño y forma de los minúsculos granos arcillosos que la forman. Puede modificarse mediante la adición de determinadas y calculadas proporciones de otras sustancias. La adición de humus, por ejemplo, la hace más grasa o plástica (recuerde el concepto de *cal grasa*), y la arena la convierte en una sustancia mucho más magra o menos plástica.



Las canteras de arcilla suelen estar en las inmediaciones de las fábricas donde se convertirán en los productos definitivos.

Sustrayéndole el aire (aireándola) la arcilla adquiere una mayor capacidad, circunstancia que la hace también más plástica. Como puede comprenderse, la plasticidad es condición indispensable para que la arcilla pueda moldearse en las formas deseadas antes de su cocción. Es decir: debe adquirir la forma cuando la arcilla está húmeda y cruda.

ADOBES

Las arcillas secas, en su estado natural, tienen limitadísimas propiedades útiles a la construcción. Sin embargo, fue en este estado de barro seco como primeramente se aplicaron masas de arcilla para la construcción de paredes.

Los primeros ladrillos de que se tiene noticia consistían en unos bloques de arcilla a los que se agregaban pedazos de paja para que trabasen la pasta dándole consistencia, ya que el único factor de endurecimiento era un simple secado al sol.

Estos ladrillos no sometidos a la acción del fuego, se llaman ADOBES; y aun hoy en día se usan en algunos lugares para edificar cercas y chabolas de tipo rural.

Los caldeos y asirios los colocaban seguramente cuando aún conservaban parte de su humedad. Ello hace que actualmente las ruinas de los edificios de adobe que han aparecido en la Mesopotamia tengan la apariencia de masas homogéneas y no la de fábricas levantadas por piezas.

Durante el secado de estos ladrillos, y de la arcilla en general, el único fenómeno que se produce es una evaporación del agua que contienen. Al desaparecer el agua las partículas arcillosas quedan menos separadas, puesto que ya no están rodeadas de la película de agua que las envolvía. La masa se contrae hasta que las partículas de arcilla llegan a estar en contacto. Entonces es cuando el barro seco adquiere su máxima consistencia... que siempre es poquísima.

ARCILLA MAS COCCION

De la técnica del adobe a la del ladrillo cocido, sólo hay un paso... pero de una importancia vital.

Cuando el hombre aprendió a modelar vasijas de barro y a decorarlas rudimentariamente, descubrió que su utilidad aumentaba si se sometían a la acción del fuego. De la técnica elemental del barro seco se pasó a la técnica del barro cocido.

Pero un ladrillo cocido resulta mucho más caro que un ladrillo tipo adobe, siendo por ello que en los tiempos primitivos sólo se emplearon los cocidos para los edificios de tipo suntuario. Así, como si se tratase de una gran cosa, leemos en el libro del Génesis esta frase: «Y dijeron entre sí: Vamos a hacer ladrillos y *a cocerlos al fuego.*» Es evidente que el hecho de hacer ladrillos no implicaba su cocción, sino que la cocción era un trato especial que se hacía para aquellos ladrillos que se destinaban a las grandes construcciones.

La acción del fuego sobre la arcilla es la base de la industria de la cerámica.

El primer efecto del calor sobre la arcilla consiste en la pérdida del agua — llamada agua de moldeo — que está unida por absorción a la superficie de las partículas arcillosas. Esta es el agua que la hace plás-

tica y su pérdida (generalmente provocada por un voluntario secado al sol) no hace más que endurecer la arcilla una vez moldeada en la forma que se desea. Una vez seca, la arcilla resulta muy frágil, rompiéndose con suma facilidad. Es un adobe sin pajas.

EL ENDURECIMIENTO Y LA RESISTENCIA DEFINITIVA DEL LADRILLO SE CONSIGUE POR LA COCCIÓN.

Por la cocción la arcilla sufre grandes transformaciones. Pierde el agua de constitución cuando alcanza la temperatura de 400°, desapareciendo toda posibilidad plástica. La pérdida del agua de constitución (la que forma parte íntima del sistema molecular de la arcilla) se produce a una temperatura fija característica de cada tipo.

También la porosidad se ve afectada por los cambios de temperatura. Al elevarse, los espacios ocupados por el agua quedan llenos de aire, hasta que a los 600° de temperatura se rompe la red cristalina de la arcilla pasando a un estado amorfo mucho más poroso que el barro seco.

Cuando la temperatura llega a ser muy próxima a la de fusión, se produce una serie de reacciones entre los distintos componentes del material amorfo formado: tiene efecto una nueva cristalización, cerrándose los poros y convirtiendo la primitiva arcilla en una pasta mucho más compacta. En este punto ocurren los percances que son de temer en un proceso de cocción. Si la arcilla no era suficientemente pura, se volatilizan las impurezas, produciendo verdaderas explosiones en el seno de la pasta. Entonces se originan hinchamientos y deformaciones que estropean la pieza en curso de cocción.

LA BUENA COCHURA

Una buena cochura sólo se obtiene a temperaturas uniformes. Proporciona una masa homogénea, sin grietas ni oquedades, que no se desmorona fácilmente por frotamiento; que no es frágil (por lo menos en comparación con la fragilidad de antes de la cochura) y que tiene un sonido metálico cuando se percute con un objeto contundente.

Sin embargo, por buena que sea la fabricación de un ladrillo, siempre aparecen las irregularidades inherentes al método ordinario de fabricación, irregularidades que deben aceptarse como normales.

PROPIEDADES DESEABLES

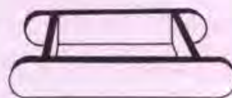
Así, pues, la arcilla se convierte en un material útil a la construcción, porque por la acción del calor adquiere...

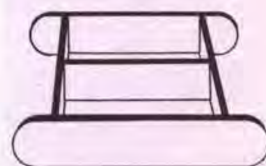
Una permanencia de forma...
Una determinada impermeabilidad...
Una resistencia mecánica apreciable...
Una determinada resistencia al fuego...
Una durabilidad notoria.

Estas propiedades hacen que el ladrillo sea apto para el fin a que se destina, pudiendo, además, adquirir nuevas propiedades según sea el proceso de fabricación especial al que se someta: aislamiento térmico o acústico, acumulación de calor, insensibilidad contra atmósferas industriales agresivas, etc.

LAS PIEZAS DE ARCILLA COCIDA DESTINADAS A LAS OBRAS DE FÁBRICA SE CONOCEN COMÚNMENTE CON EL NOMBRE DE LADRILLOS ORDINARIOS; Y MIENTRAS

Gradilla simple y gradilla doble para el moldeo manual de ladrillos.







Representación esquemática de una amasadora mecánica.

NO SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, SE ENTIENDE SIEMPRE QUE SE TRATA DE PIEZAS CERÁMICAS.

Dentro de la denominación *ladrillo* encontramos distintos matices, según sea la calidad de su cocción y las circunstancias que hayan podido influirla. Debemos citar los siguientes tipos:

LADRILLOS TOSCOS O DE TEJAR

Son los ladrillos fabricados a mano y cocidos en hornos llamados hormigueros que se construyen con los mismos ladrillos que se trata de fabricar. Son hornos abiertos que no proporcionan una temperatura absolutamente regular. Es por ello que de estos hornos pueden salir (de una misma hornada) ladrillos con distintas características de pureza, solidez y apariencia exterior.

LADRILLOS SANTOS, DE HIERRO, AZULES, VITRIFICADOS...

Con todas estas denominaciones (según los lugares se llaman de una u otra manera) se conocen los ladrillos que por un exceso de cochura han sufrido una gran vitrificación y que generalmente resultan requemados, retorcidos y negruzcos.

Modernamente se obtienen ladrillos vitrificados preparando arcillas apropiadas ricas en cal. De ellas se obtienen los *ladrillos clinker o vitrificados,* muy duros, de textura compacta o vítrea, que no absorben la humedad y que tienen una gran resistencia a la compresión, a las inclemencias atmosféricas y a los ácidos.

LADRILLOS ESCALIFADOS

Son aquellos que, también por un exceso de cochura, resultan con un principio de vitrificación y con forma más o menos alabeada, torcida.

LADRILLOS RECOCHOS

Son duros y muy cocidos, pero sin llegar a la vitrificación. Han recibido una cocción correcta y son los mejores para la construcción en general.

LADRILLOS PINTONES

Son aquellos que, por falta de regularidad en la cocción, presentan muchas zonas pardas (falta de cochura) alternando con zonas más o menos rojizas, color propio de una cocción suficiente.

LADRILLOS PARDOS

Son ladrillos que, por su situación en las partes externas del horno de hormiguero, no se han cocido. En realidad son adobes resecados en el horno y su color pálido denota su cocción defectuosa.

FABRICACION ACTUAL DE LOS LADRILLOS

Por lo que llevamos dicho, se comprende que la fabricación de un ladrillo comporta los siguientes pasos: Pastado de la arcilla (que debemos suponer con el mayor grado de pureza). Secado del producto una vez moldeado con la forma conveniente. Cocción del producto seco.

EL TAMAÑO DE LOS LADRILLOS. En forma de tabla gráfica empezamos en esta página un estudio comparativo del tamaño de los ladrillos según zonas de empleo.



Moldear a mano, esperar que el adobe seque con el calor del sol y cocer el producto en los rudimentarios hornos de hormiguero, además de proporcionar una gran irregularidad en el producto, comporta una gran lentitud de producción, insuficiente ante la gran demanda de ladrillos, a todas luces antieconómica.

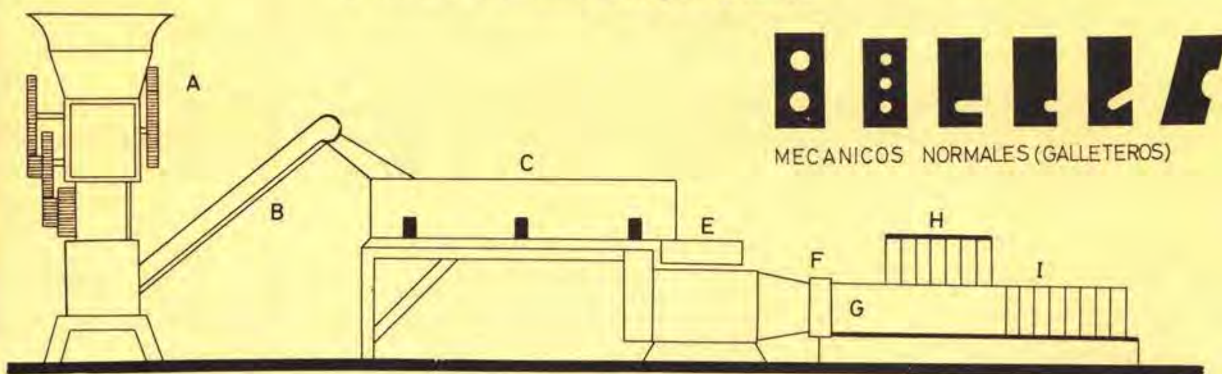
Hace aproximadamente un siglo que se construyó la primera moldeadora automática del mundo, con un rendimiento de unos 1.500 ladrillos diarios. Un caballo era la fuerza motriz.

Desde entonces, las máquinas de moldeo, los secaderos y los hornos fijos se han perfeccionado de tal manera que el ahorro de combustible, la uniformidad del producto cocido y la comodidad de su fabricación permiten mantener la producción a un alto ritmo. La necesidad de una producción a gran escala demuestra por sí sola el desarrollo actual de la construcción con ladrillos.

EL PROCESO

Las arcillas preparadas se convierten, mediante una máquina galletera (de moldear), en una columna o lingote de pasta que tiene las dimensiones del largo y ancho del ladrillo. Sujeta a la máquina, en el lugar de la salida de la pasta, se acopla una *boquilla* que produce la abertura para la formación de la columna o lingote con las dimensiones necesarias (largo y ancho del ladrillo a fabricar).

A continuación y mediante un dispositivo de alambres tensados, paralelos y equidistantes según el grosor de los ladrillos, se corta la columna perpendicularmente a su eje. En cada corte de la columna se obtiene una buena cantidad de ladrillos aptos para ser trasladados al secadero. Por este motivo se les denomina ladrillos mecánicos, galleteros o cerámicos.



Tren de fabricación para ladrillos mecánicos: A. Trituradora y molino - B. Elevador - C. Malaxador - E. Prensa embutidora - F. Boquilla - G. Lingote - H- Cuchillas de alambre - I. Ladrillos listos para el secado.

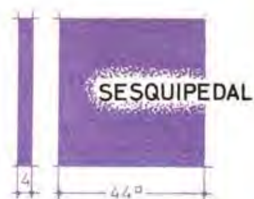
NOTA A LA TABLA DE TAMAÑOS:

Los ladrillos tetradorón, pentadorón, sesquipedal y bipedal, los incluímos por su valor histórico. Son ladrillos romanos antiguos.

LOS PRENSADOS O AGRAMILADOS

Las actuales moldeadoras galleteras, con un rendimiento de varios miles de piezas por hora, superan en mucho la producción de las máquinas moldeadoras que, a modo de potentes prensas de estampa, producen también grandes cantidades de ladrillos. Pero no las superan en cuanto a su calidad y acabado. Los ladrillos prensados son de caras finas y tienen una apariencia impecable. Son conocidos por «ladrillos prensados o agra-

milados» porque tienen aristas vivas, planos escuadrados y caras mayores rehundidas, en las que se aloja el mortero, permitiendo una fábrica vista de juntas muy cerradas.



EL SECADO

El secado de las piezas de arcilla consiste en eliminar por evaporación el agua de moldeo antes de la cocción. Tiene lugar en los secaderos naturales; pero con el fin de acelerar la producción se utilizan secaderos artificiales de cámaras o túnel.



Además de modernizar el sistema de secado, también se ha progresado en el sentido de reducir el grado de humedad de las arcillas a moldear. A menor cantidad de agua, se comprende, se reduce el tiempo de secado.

De las *pastas blandas* (25 por 100 de agua) se pasó a las *pastas duras* (15 por 100 de agua), llegando al moldeo con prensa que permite la utilización de *pastas secas* con sólo un 5 ó 6 por 100 de agua, con las consiguientes facilidades de secado.

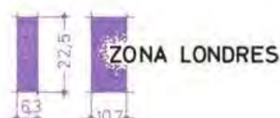


SOBRE EL TAMAÑO DE LOS LADRILLOS

Cada país o zona geográfica tiene un tamaño tradicional de ladrillos, y en muchos lugares están normalizadas sus dimensiones.



Sin embargo, en varios países siguen usándose simultáneamente las dimensiones tradicionales en las correspondientes zonas. Tal ocurre en España.



En todos los países las medidas más comunes oscilan entre:

21 a 30; 10 a 15; 5 a 7 cm



Estas dimensiones siempre están en función de las cualidades constructivas exigibles a los ladrillos, que son...

Facilidad de manejo con una sola mano.

Poco peso para manejarlo con ligereza.

Facilidad para lograr un buen aparejo.



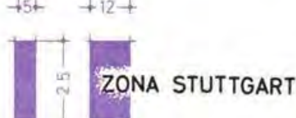
Debido a los procesos de secado y cocción, la regularidad de forma y tamaño de los ladrillos no puede exigirse con exactitud absoluta, estando previstas y aceptadas las variaciones *normales* del tamaño nominal de la pieza.



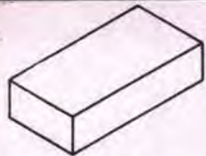
En cuanto a la forma, las aristas deben ser vivas y las caras planas; pero las dimensiones se consideran correctas si están dentro de una tolerancia que admite, como desviación máxima de la línea recta, en toda arista o diagonal, la que se indica a continuación:

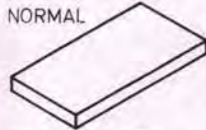


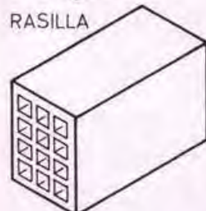
LADRILLOS	LONGITUD ARISTAS	TOLERANCIA
Ladrillos que deban quedar vistos	de 49 a 11'5 cm	3 a 4 mm
	9 a 1'5 cm	2 a 3 mm
Otros ladrillos	49 a 11'5 cm	5 a 8 mm
	9 a 1'5 cm	3 a 5 mm



LA FORMA DE LOS LADRILLOS







A partir del ladrillo normal se determinan nuevas formas y dimensiones.

La forma de los ladrillos es paralelepipédica rectangular, con unas proporciones constantes para que, al ser todos iguales, puedan aparejarse fácilmente.

Sin embargo, partiendo del ladrillo normal, existen variaciones de forma adaptables a cada uso.

En relación a su grosor, varían desde 1,5 cm (rasilla) hasta 20 o más cm.

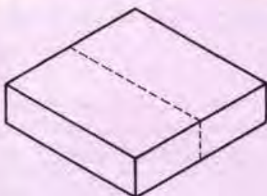
Las diferencias de anchura y longitud, necesarias para ciertos aparejos, se consiguen fácilmente dividiendo el ladrillo normal.

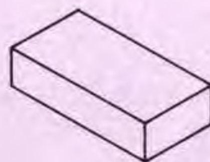
A los ladrillos que se han partido en la misma obra se les conoce con el nombre de *ladrillos terciados.*

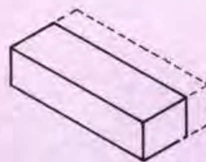
En las construcciones sin revocar se emplean piezas especiales moldeadas a propósito, aunque es más frecuente terciar ladrillos normales cuando las circunstancias exigen formas especiales.

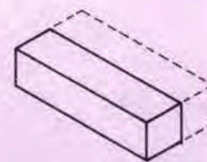
Existen formas de uso ordinario, derivadas del ladrillo normal, ya acreditadas por su utilidad, como el ladrillo de palmo y el picholín.

Apartándose de la forma paralelepipédica rectangular, están las formas de ladrillos aplantillados. Son modificaciones del ladrillo normal, necesarias para ciertas partes o elementos de la obra: esquinas, mochetas, molduras, arcos, etc.



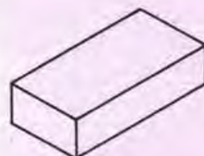


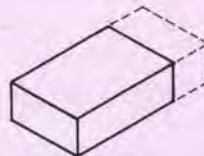


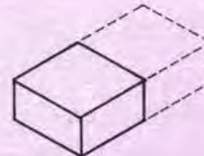


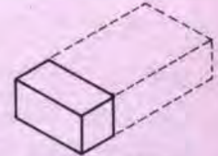
Distintas anchuras del ladrillo partiendo del tizón normal.

Distintas longitudes de ladrillo partiendo de su soga normal.



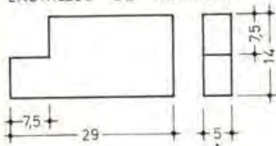


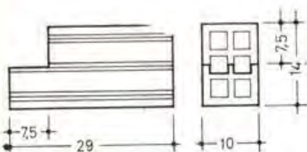




LADRILLO DE MOCHETA O DE CAJA

LADRILLOS DE MOCHETA





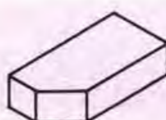
Se llama de mocheta porque mocheta es el ángulo entrante de la jamba de una puerta o ventana donde se aloja el marco.

Lleva en una esquina una muesca en un ángulo recto, dejando una testa de la mitad del ancho para alojar los cercos de carpintería de los vanos. Tiene aplicación (según indica su nombre) en el aparejo de jambas de puertas y ventanas; el entrante hace de mocheta para alojar el marco.

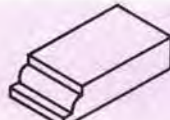
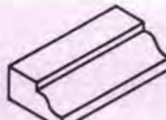
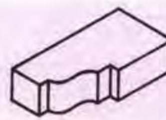
LADRILLO ACHAFLANADO Y MOLDURADO

Lleva un chaflán en un ángulo, trazado a 45°, y se utiliza para esquinas de muros, pilares, etc.

Lleva un perfil apropiado para la construcción de cornisas o molduras.



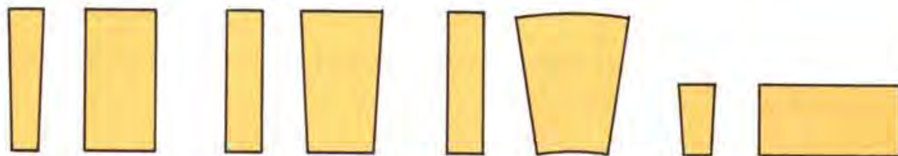
Ladrillo achaflanado.


Ladrillos moldurados.

LADRILLO DE CUÑA

Se moldea en forma de cuña, para el aparejo de arcos.





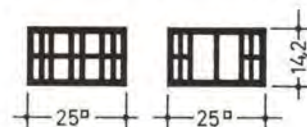
Forma característica del ladrillo hueco longitudinal. Advierta las estrías exteriores que facilitan la adherencia del mortero.

LADRILLOS PERFORADOS Y HUECOS

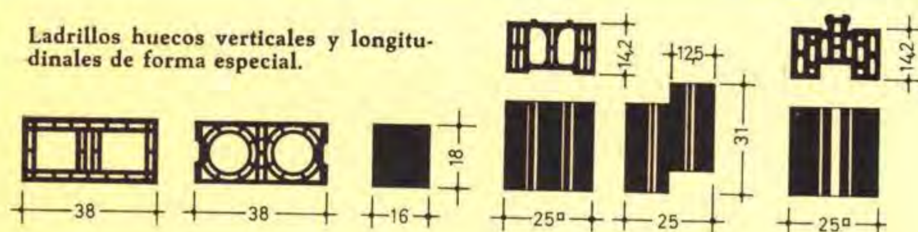
Hasta aquí hemos considerado que el ladrillo era una pieza maciza de fabricación manual o mecánica. Veamos ahora lo que ha permitido la perfección alcanzada en la fabricación mecánica de piezas cerámicas: los ladrillos perforados y huecos.

En los primeros, las perforaciones, que suelen ser longitudinales o verticales, ocupan un volumen comprendido entre el 5 y el 33 % del volumen total del ladrillo. Pasando de este último porcentaje reciben ya el nombre de ladrillos huecos.

Las perforaciones constituyen canales interiores de forma prismática o cilíndrica, existiendo una gran variedad de ladrillos huecos por lo que atañe a las formas o dimensiones de los citados huecos y de los ladrillos en sí.



Sección demostrativa de la situación y forma de los espacios vacíos en ladrillos de base cuadrada.

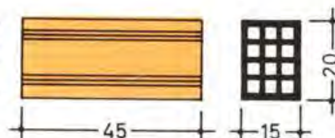


Con estos ahuecados se consigue:

a) AUMENTAR EL VOLUMEN. Permiten, con igual peso e igual facilidad de manejo, obtener piezas de mayor volumen y acelerar la construcción.

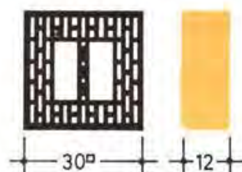
b) DISMINUIR EL PESO POR METRO CÚBICO. Se prefieren a los macizos porque aligeran el peso propio de los muros superiores, disminuyendo las cargas de los mismos.

c) AUMENTAR LA CAPACIDAD AISLANTE, por lo cual se usan frecuentemente en paredes exteriores de usos domésticos, por reducir las pérdidas del calor. También en paredes divisorias, interiores, etc., por su aislamiento acústico.



d) RESISTENCIA AL FUEGO, por sus cámaras aislantes, por lo que se usan para revestir estructuras metálicas.

e) MAYOR DURACIÓN, por no estar tan sujetos a expansiones y contracciones.



f) MEJOR TRABAZÓN EN SU PUESTA EN OBRA, porque el mortero penetra en los agujeros en una profundidad de 1 cm, aproximadamente, con lo que se consigue un buen trabado del aparejo. Además, las estrías exteriores producidas por el mecanizado contribuyen a sujetar el mortero.

Tecnología y cálculos de la CONSTRUCCIÓN 3

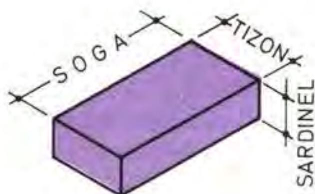
LOS LADRILLOS EN OBRAS DE FABRICA
LAS FABRICAS DE LADRILLO SEGUN SU ESPESOR
APAREJOS DE LADRILLO
LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS
NOMENCLATURA Y DESCRIPCION



Fl edificio "España", de Madrid, ejemplo moderno del empleo del ladrillo en la construcción.

Hemos visto en el capítulo anterior que las formas de los ladrillos siguen unas normas determinadas; lo mismo podemos decir de sus dimensiones, que han sido estudiadas de modo que permitan distintas disposiciones en la construcción de los aparejos.

LOS LADRILLOS EN OBRAS DE FABRICA

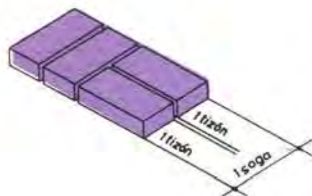


En un ladrillo, sardinel es la denominación que corresponde a su grosor.

Con los diferentes tipos de ladrillos y piezas especiales, se han llevado a cabo muy interesantes e ingeniosas aplicaciones de los mismos, lográndose resolver problemas constructivos de una manera más sencilla, nueva y rápida.

Pero saber utilizarlos y sacarles provecho no es fácil ni inmediato. Para adquirir experiencia en este sentido, conviene que el proyectista aproveche todas las oportunidades que se le presenten para visitar las obras en curso de ejecución y también los edificios terminados, procurando ver los problemas resueltos con los materiales que nos ocupan y que son muchos, aun en las construcciones más modestas. Esto se consigue tanto en la observación directa como a través de fotografías que aparecen en las revistas.

Recuerde las denominaciones de soga y tizón, que corresponden tanto a los sillares como a los ladrillos. Añada la palabra SARDINEL, que en el ladrillo es el grosor: los ladrillos, como piezas de construcción que son, se agrupan para formar las fábricas, ordenándose principalmente por yuxtaposición y solape en sentido longitudinal y transversal. Con la yuxtaposición de los ladrillos se consiguen las hiladas, que siempre conviene que sean horizontales y que atraviesen todo el espesor del muro.



En el ladrillo soga y tizón se corresponde perfectamente: 1 soga es igual a dos tizones.

Los ladrillos, según sea la disposición que adopten en el plano del paramento, forman dibujos muy diversos de nombre muy característico. Las hiladas se nombran también con el sustantivo que define el dibujo.

HILADAS A SOGA, A TIZON Y A SARDINEL

Si con el plano del paramento coinciden respectivamente las sogas, los tizones y los sardineles, se dice que se trata de hiladas a soga, a tizón o a sardinel. Existen las variantes de hilada a sardinel, horizontal y vertical, según que el ladrillo adopte estas posiciones. *Según los lugares, la hilada a sardinel es llamada hilada a rosca.*

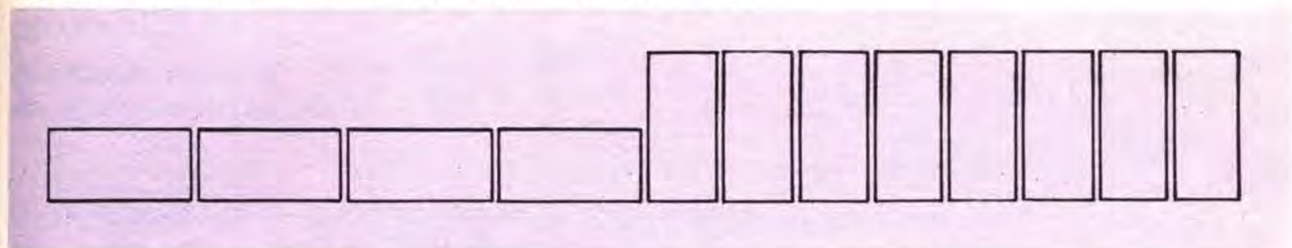


Panderete

TABICADO O HILADA A PANDERETE

Cuando la cara mayor del ladrillo se coloca en el plano del paramento, se producen dos variantes: arista mayor horizontal o vertical, recibiendo ambas el nombre de *a panderete* o *tabicado*, distinguiéndose entre pande-

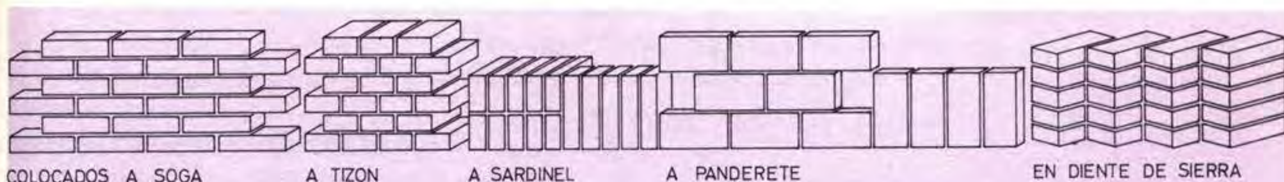
retes verticales y panderetes horizontales. Generalmente, las dos caras mayores coinciden con uno y otro paramento del tabique.



Hilada a panderete horizontal y vertical.

HILADA A DIAGONAL

Cuando en una hilada se solapan los ladrillos de manera que los tizones y parte de soga aparezcan a la vez y oblicuamente al paramento, se obtiene una hilada cuyos ladrillos están colocados *a diagonal.*

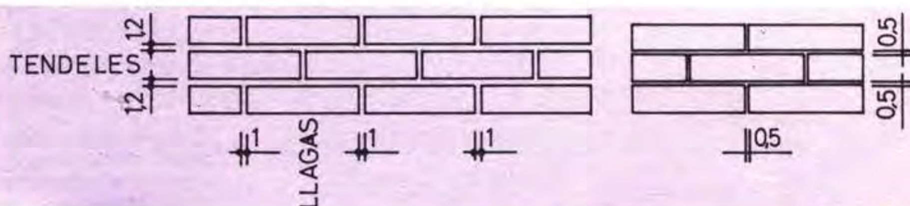


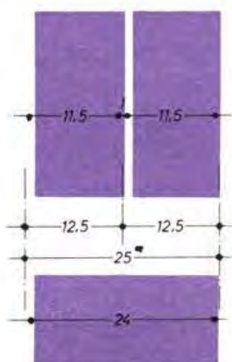
Vea un resumen gráfico de los tipos de hiladas a considerar en las fábricas de ladrillos.

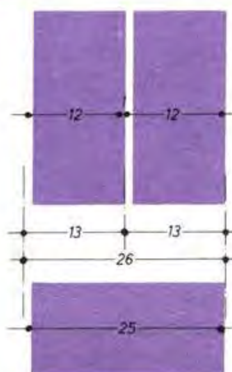
ESPESOR DE LAS JUNTAS

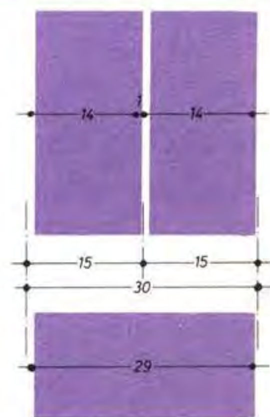
Toda fábrica de ladrillo consta de hiladas superpuestas, produciéndose juntas horizontales continuas y verticales discontinuas.

Las juntas verticales entre dos ladrillos yuxtapuestos de una misma hilada (llagas) suelen tener un espesor de 1 cm y las juntas horizontales entre dos hiladas superpuestas (tendeles) tienen un espesor aproximado de 1,2 cm en el ladrillo ordinario. En ladrillos finos puede aceptarse un espesor de juntas de 0,5 cm sin menguar por ello la resistencia del muro.





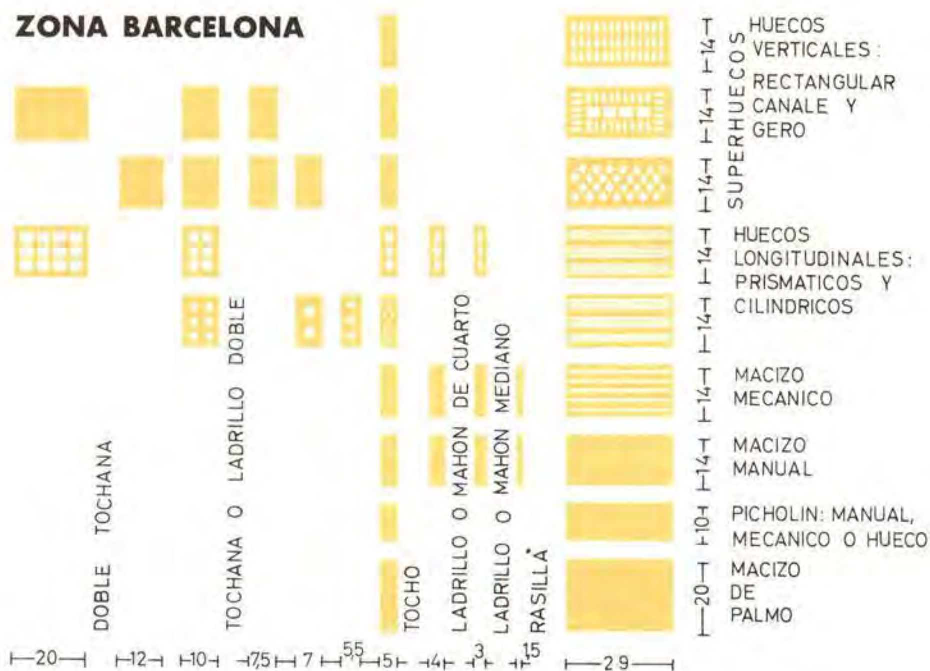




En este gráfico se determinan las dimensiones de los ladrillos normales DIN de la zona de Madrid y de la zona de Barcelona, superpuestos dos a dos en una misma hilada. Observe cómo una soga sigue correspondiéndose con dos tizones.

FORMA, TAMAÑO Y NOMENCLATURA
de las principales piezas cerámicas para aparejos normales.
ZONA BARCELONA
ZONA MADRID
NORMALIZADOS DIN

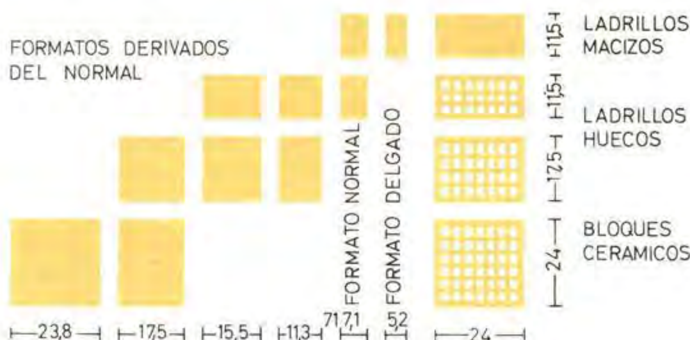
ZONA BARCELONA



ZONA MADRID

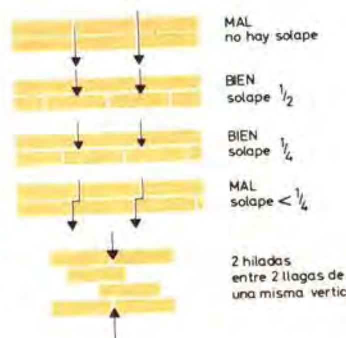


NORMALIZADOS DIN



Consideramos muy interesante disponer de estas tablas gráficas que nos dan una idea de conjunto sobre las formas y medidas de los ladrillos según pertenezcan a las zonas de Madrid, Barcelona o se ajusten a las normas DIN.

DISTRIBUCION DE LAS JUNTAS

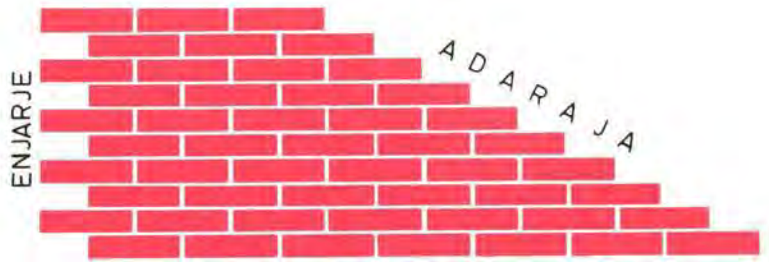


Del acierto en la distribución de las juntas depende en gran parte la resistencia de una pared.

Para que la fábrica tenga la trabazón que le confiera el monolitismo necesario para sus trabajos de resistencia a la compresión, tanto en los paramentos como en el interior del muro, las llagas nunca deben coincidir en dos hiladas consecutivas. Como mínimo es necesario conseguir un solape de 1/4 de soga. También es conveniente disponer el máximo número de hiladas entre dos llagas de una misma vertical.

ADARAJAS

Previsión en caso de interrumpir la obra



Por espesor que tenga un muro, nunca se dejarán juntas verticales longitudinales, para lo cual se dispondrán el máximo número posible de ladrillos a tizón.

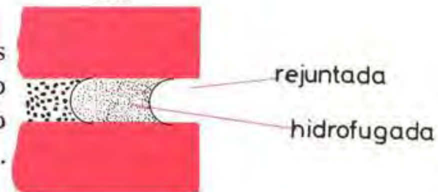


Cuando por cualquier motivo se hayan de suspender las obras de construcción de un muro o se proyecte su construcción parcial, para ser continuada más adelante, la pared deberá dejarse de manera que asegure una perfecta trabazón con la parte que se reemprenda más adelante.

Por este motivo se deja la pared formando adarajas, sean escalonadas o dentadas, estas últimas con partes salientes alternadas, llamadas dentellones o dientes.

DEGOLLADOS Y REJUNTADOS

Cuando se proyecte revocar las paredes, se procura que las llagas queden bien *degolladas*, con el fin de asegurar la adherencia del mortero de revestimiento. El mortero queda remetido (degollado) 3 cm respecto del plano del paramento, a fin de favorecer el agarre del revestimiento.



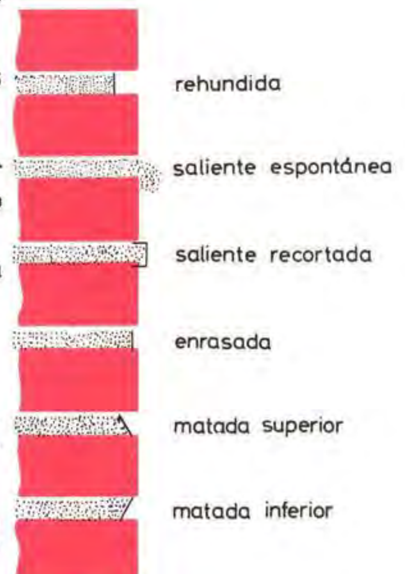
Juntas degolladas y rejunta reforzada con material hidrófugo.

La fábrica de ladrillo aparente u otra vista, debe *rejuntarse* cuidadosamente una vez ha terminado su ejecución. Esta operación consiste en rascar el mortero de las juntas hasta una profundidad de 2 cm para sustituirlo por una mezcla más resistente a la humedad, al mismo tiempo que se iguala el aspecto exterior de todas las juntas. La operación descrita recibe también otro nombre: *refundir* o *rehundir*.

DISTINTOS TIPOS DE JUNTAS

En el paramento, las líneas de separación entre ladrillos pueden acusarse más o menos según la forma como se trabaje el mortero hidráulico que se emplea en el rejuntado.

Según quede el mortero respecto al plano del paramento, podremos hablar de las siguientes clases de juntas:



JUNTA REHUNDIDA: Cuando el mortero no alcanza el plano del paramento.

JUNTA SALIENTE: Cuando el mortero sobrepasa el paramento, pudiendo considerar la junta saliente espontánea y la saliente recortada.

JUNTA ENRASADA: El mortero saliente de la junta anterior se aplasta con la paleta hasta hacerlo coincidir con el plano del paramento.

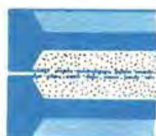
JUNTA MATADA:

SUPERIOR: Remetiendo el mortero por el borde inferior.

INFERIOR: Remetiendo el mortero por la parte inferior. Su uso es incorrecto: en exteriores por quedarse agua en las juntas y en interiores, por llenarse de polvo.

JUNTA OCULTA O A HUECO: En ladrillos prensados queda oculta cuando los ladrillos están colocados a tope o cuando el espesor de las juntas es de 0,5 cm.

LAS FABRICAS DE LADRILLO SEGUN SU ESPESOR

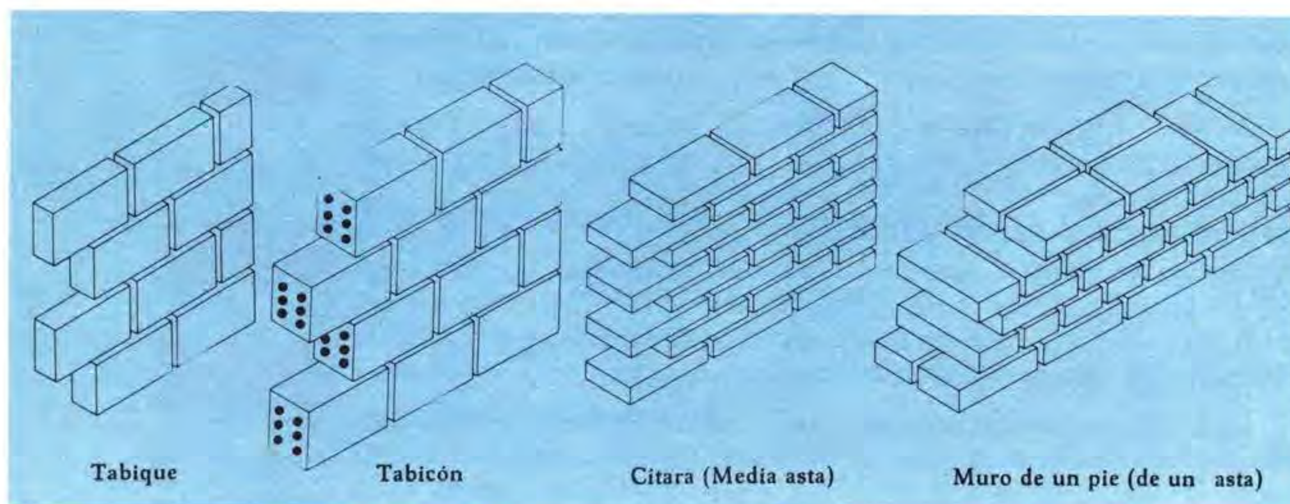


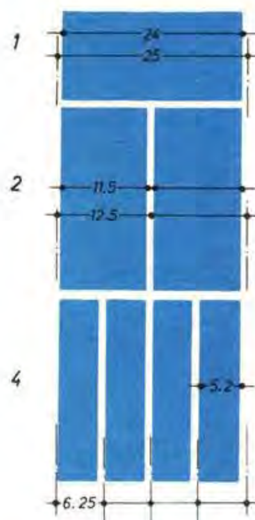
Junta en ladrillos prensados. Vea cómo el mortero queda en la cavidad interior.

El espesor de las fábricas de ladrillo viene determinado por las dimensiones del tizón o de sus múltiplos, teniendo en cuenta las juntas intermedias. Sin embargo, AL TRATAR DEL ESPESOR DE PAREDES SE HABLA SIEMPRE DE ASTAS Y MEDIAS ASTAS, DE PIES O MEDIOS PIES Y TAMBIÉN DE CM, SEGÚN LOS LUGARES.

Son distintas maneras de hablar para expresar lo mismo. Da lo mismo hablar de sogas, que de pies o astas: es lo mismo.

De menor a mayor espesor, la denominación de las paredes es la que sigue, si bien en muchos lugares las dos primeras no se consideran propiamente paredes, sino únicamente tabiques.





Las longitudes y alturas de paredes y tabiques serán múltiplos del tizón. Vea cómo en el ladrillo normalizado DIN puede trabajarse con múltiplos de 25.

TABIQUES: Paredes de mínimo espesor, regularmente de 3 ó 4 cm, formadas por ladrillos colocados a panderete. En superficies reducidas, también puede tabicarse con rasillas.

TABICONES: Paredes formadas por ladrillos dobles colocados a panderete. De 9 a 10 cm de espesor.

CÍTARAS O PAREDES DE MEDIA ASTA, DE MEDIO PIE O DE X CM (los que mida el tizón del ladrillo a emplear): Se trata de muros de ladrillos colocados a soga.

MUROS DE A PIE DE UN ASTA DE X CM (los que mida la soga): Son muros de ladrillo colocados a tizón.

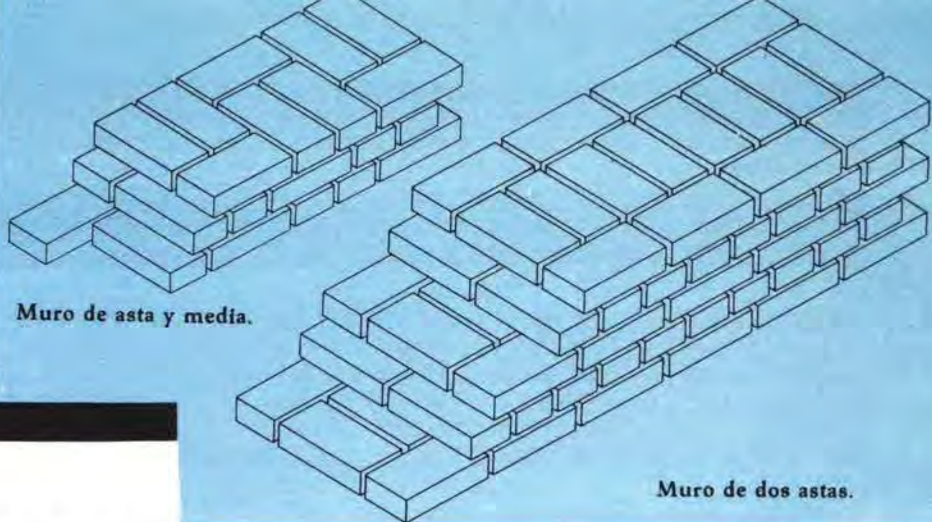
MUROS DE MAYOR ESPESOR: A partir del muro de 1 asta, el espesor de las fábricas aumenta de media en media asta, siendo rara la construcción de muros de más de 2 astas de espesor. Llámase entonces: muro de asta y media, de a pie y medio, de dos astas, de dos pies de espesor.

La longitud y alturas de paredes y tabiques deben determinarse (siempre que sea posible) de manera que puedan ejecutarse con ladrillos enteros o medios ladrillos, sin necesidad de fragmentarlos más. Las piezas más pequeñas de un cuarto de ladrillo, pueden perjudicar su buena trabazón motivando pérdidas de tiempo y menguando el buen efecto de las obras de ladrillo visto.

Con este fin se procurará que las lohgitudes y alturas de las paredes de ladrillo en bruto (sin revocar) sean múltiplos del tizón, incluyendo los espacios destinados a juntas.

MUROS DE ESPESOR SUPERIOR
A UN ASTA

Demostramos una forma de aparejar los muros de dos astas. Recuerde que también pueden llamarse de pie y medio y de dos pies.



Muro de asta y media.

Muro de dos astas.

APAREJOS EN FABRICAS DE LADRILLO

Toda obra de ladrillo debe ejecutarse de acuerdo con las reglas del buen aparejo o forma de ordenar y colocar los ladrillos para que solapados y yuxtapuestos entre sí formen la fábrica, garantizando el enlace de las piezas en longitud, altura y anchura.

Las formas de aparejar ladrillos, a la vez que proporciona la resistencia y estabilidad de la pared como unidad constructiva le confieren por su variedad las distintas calidades artísticas-plásticas que apreciamos en los paramentos.

Cuando hablamos de un aparejo nos es indiferente el espesor del muro, nos referimos exclusivamente al juego conseguido por las juntas del paramento.

La disposición de los ladrillos propia de un aparejo puede prolongarse ilimitadamente, pero a fin de construir los extremos de las paredes, los vanos de las puertas y ventanas, empalmes, cruces de muros y esquinas de los mismos, deben introducirse ligeras modificaciones al aparejo utilizado. Son casos especiales que también convendrá considerar. Los varios tipos de aparejo pueden clasificarse en 2 grupos:

1 — Aquellos cuyos ladrillos están colocados en la misma posición:

Aparejo de sogas.
Aparejo de tizones.
Aparejo de sardineles.
Aparejo de panderete.
Aparejo de diente de sierra.

2 — Los formados por la ordenación de ladrillos colocados en posiciones distintas:

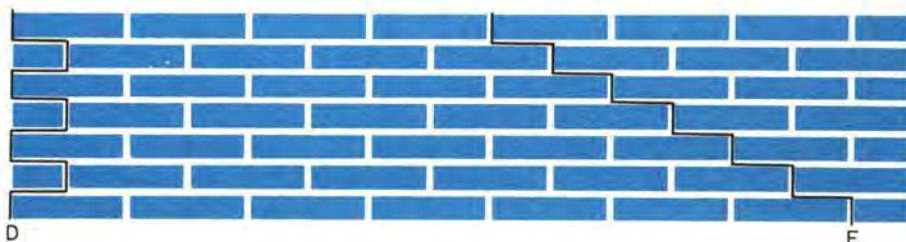
Aparejos ingleses.
Aparejos flamencos o góticos.
Aparejos holandeses.

En este último grupo, las designaciones empleadas proceden de los países y épocas en los que estos aparejos se desarrollan. En general, se llaman aparejos dobles los que en ambos paramentos, presentan la misma ordenación característica de los ladrillos y aparejos sencillos cuando la ordenación se presenta solamente en un paramento.

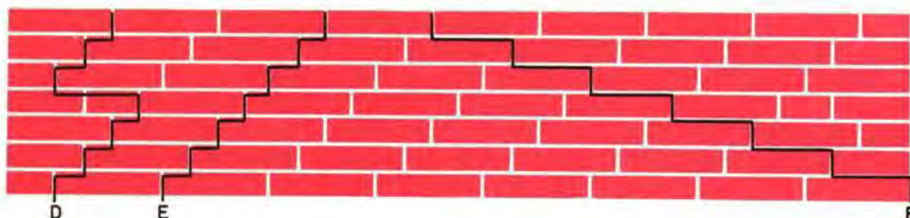
APAREJO DE SOGA O DE CHIMENEA

Es el que forma los muros de media asta o cítaras, utilizándose principalmente para la construcción de chimeneas, rellenos de entramados y paredes de poca carga.

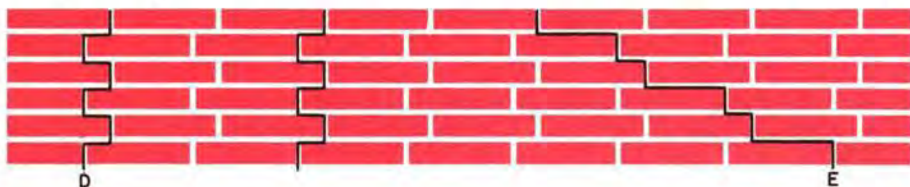
TODAS LAS HILADAS SON A SOGA. Las llagas pueden desplazarse longitudinalmente al muro para conseguir solapes de 1/2 ó 1/4 de soga y en este último caso, con corrimientos a un solo lado, en zig-zag o alternado.



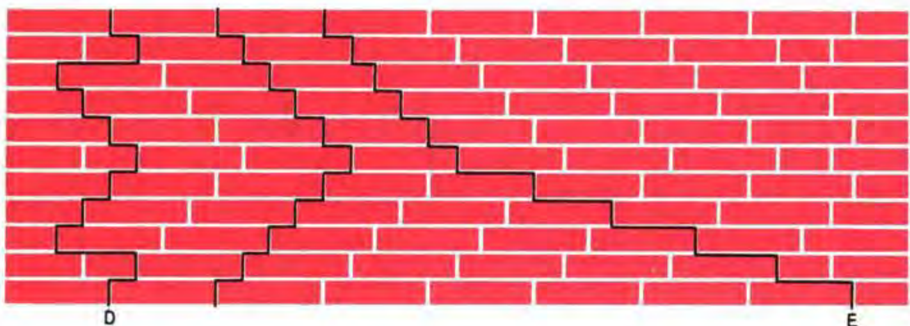
**Aparejo de soga con solape de media soga.
D.- Dentado
E.- Escalonado.**



Aparejo de soga con solape de $^{1}/_{4}$ de soga. Presenta dos escalonados y un dentado con corrimiento de una soga a la izquierda.



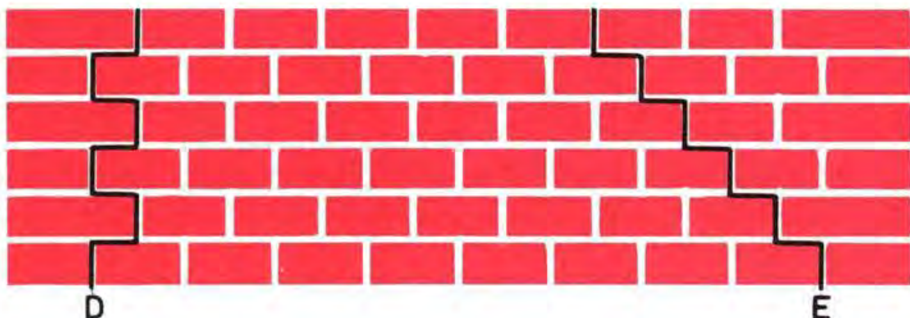
Aparejo de soga con solape de $^{1}/_{4}$ de soga. Los dentados son regulares y el escalonado alternado en $^{3}/_{4}$ y $^{1}/_{4}$ de soga.



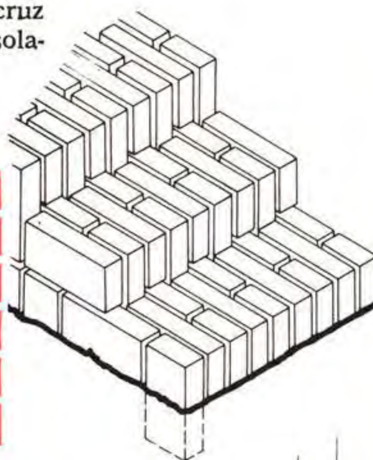
Aparejo de soga con solape de $^{1}/_{4}$ de soga. Presenta un doble dentado y un doble escalonado. Advierta cómo el juego de solapes se debe a la forma especial de igualar sus extremos.

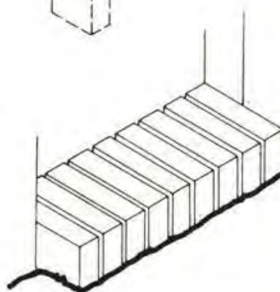
APAREJO A TIZON O A LA ESPAÑOLA

Es el muro que mejor trabaja en sentido transversal y el más apropiado para muros curvos. Siendo útil sólo para muros de 1 asta es de poca aplicación, puesto que para muros de mucha carga se emplean los aparejos en cruz o ingleses que veremos a continuación. Todas las hiladas son a tizón con solapes de 1/4 con dentados y escalonados regulares de 1/4 de soga.



Observe cómo en el aparejo a la española se igualan los extremos mediante ladrillos $^{3}/_{4}$.





Aparejos de sardineles en escaleras y alféizares de ventana.

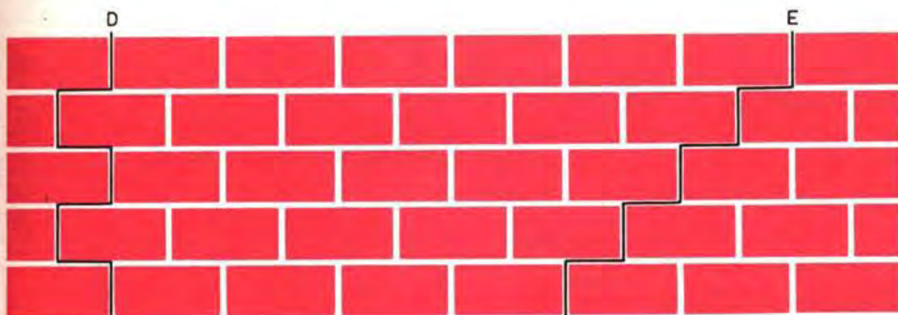
APAREJO DE SARDINELES

No constituye un aparejo verdadero porque no existe ningún solape vertical entre los ladrillos. Se emplea como elemento decorativo en arranques y coronación de muros, alféizares de ventanas y umbrales de puertas, peldaños, cercas... Siempre en aquellas partes de la obra que no están sujetas a esfuerzos de consideración o que deben trabajar a compresión sólo en sentido vertical, como en el caso de los peldaños de una escalera.

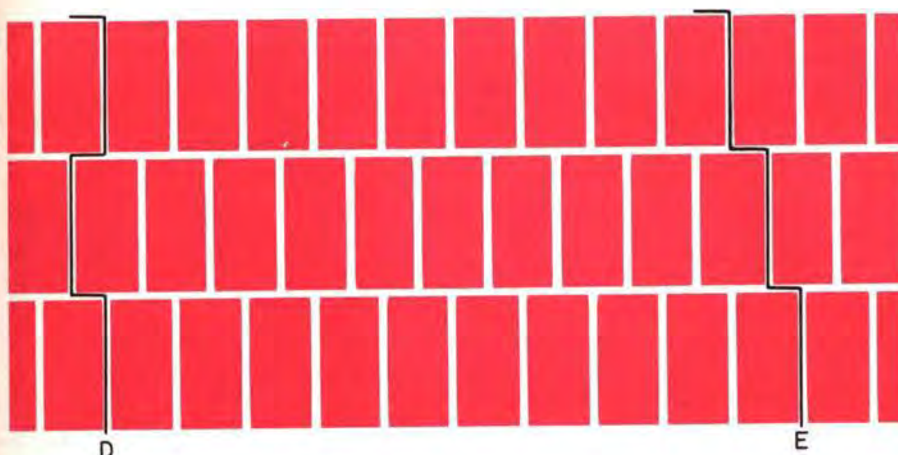
APAREJO DE PANDERETE

Se aplica especialmente en interiores, para tabiques. Las hiladas de ladrillos ordinarios, rasillas o ladrillos dobles huecos, pueden ser A PANDERETE VERTICAL (especialmente en curvas) O A PANDERETE HORIZONTAL.

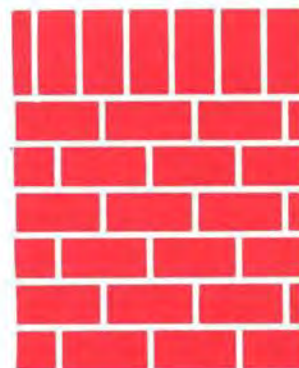
Lo normal es que se recubran con mortero de yeso.



Panderete horizontal.



Panderete vertical.



Sardineles coronando una verja con aparejo de tizones.



APAREJO EN DIENTE DE SIERRA

Tiene especial aplicación en paredes decorativas y de cerca. Las hiladas son en diagonal, el solape es de medio ladrillo, con dentado y escalonado regulares de medio ladrillo.

APAREJOS INGLESES

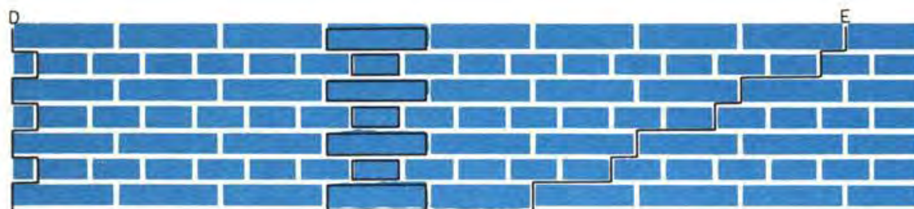
Son aparejos en los que se alternan hiladas a soga con hiladas a tizón existiendo tres tipos característicos, cuyos nombres son:

Inglés normal o en bloque
Inglés en cruz o en belga
Inglés antiguo

De ellos han surgido otras variantes, entre las cuales debemos considerar el aparejo americano.

APAREJO INGLES O EN BLOQUE

En este aparejo, que se generalizó en Inglatera durante el siglo XV, se corresponden las llagas de todas las hiladas a soga y de todas las hiladas a tizón. En consecuencia el dentado es regular con solapes de 1/4 de soga y el escalonado es alternado con solapes de 1/4 y 3/4 de soga. SU FORMA CARACTERÍSTICA es la de cruces superpuestas, separadas, por una soga.

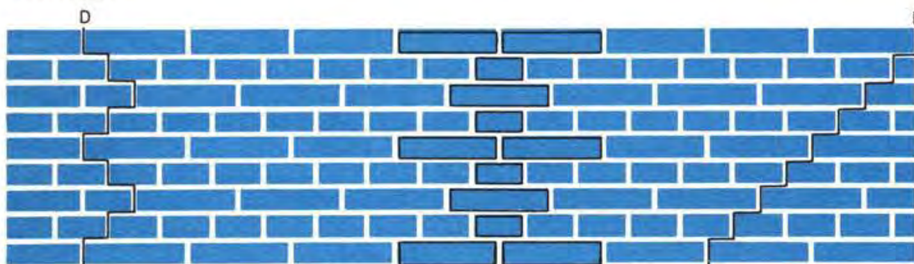


Aparejo inglés normal. Los ladrillos recuadrados en negro demuestran su forma característica.

APAREJO EN CRUZ O BELGA

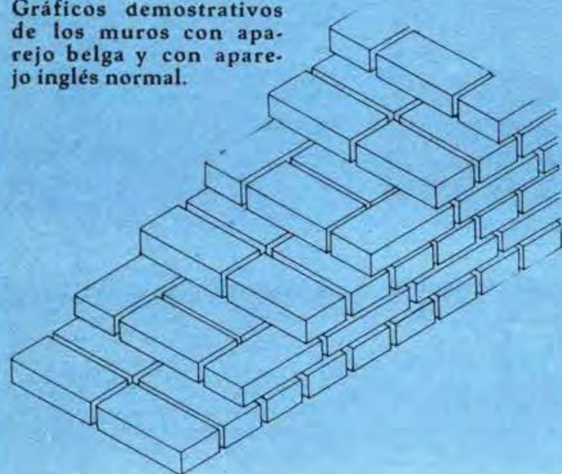
Tiene aplicación casi exclusiva en fábricas de ladrillo revocadas. En las hiladas a soga, las llagas se desplazan 1/2 soga para corresponderse alternativamente en sentido vertical llagas y ejes de sogas. El dentado es doble y el escalonado regular, ambos con solapes de 1/4 de soga.

FORMA CARACTERÍSTICA: cruces superpuestas separadas por una llaga entre dos sogas.

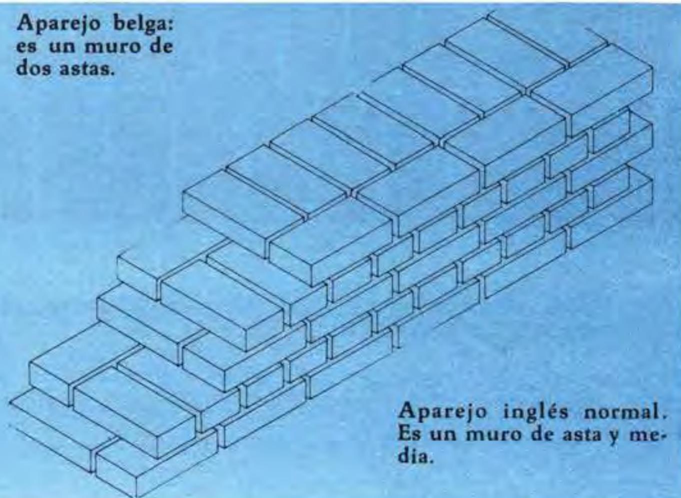


Aparejo en cruz o belga. Su forma característica viene dada por los ladrillos recuadrados.

Gráficos demostrativos de los muros con aparejo belga y con aparejo inglés normal.



Aparejo belga: es un muro de dos astas.

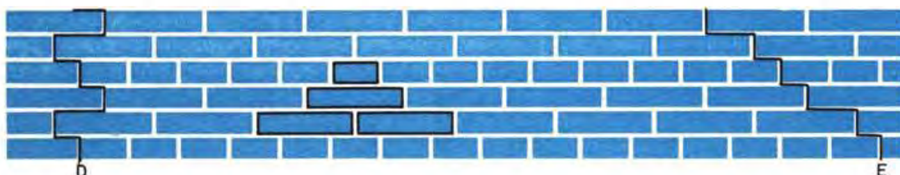


Aparejo inglés normal. Es un muro de asta y media.

APAREJO INGLES ANTIGUO

Es un aparejo que puede considerarse compuesto de los dos anteriores. Presenta una hilada a tizón seguida de dos hiladas a soga, que a veces son tres. De esta forma se obtiene un dentado y un escalonado irregulares, con solapes de 1/4 y 1/2 soga.

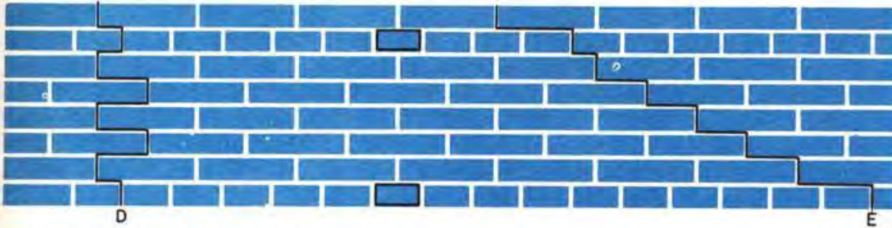
FORMA CARACTERÍSTICA: Cruces rotas por la segunda hilada a soga.



Aparejo inglés antiguo, con dos hiladas a soga entre las hiladas a tizón.

APAREJO AMERICANO

Es una variante del aparejo inglés que nace de una necesidad constructiva. En los aparejos a soga cuyo muro es de 1/2 asta, debe colocarse una hilada de tizones cada cinco hiladas a soga para reducir la junta vertical longitudinal, que se produciría entre la quinta y sexta hiladas. En este aspecto el aparejo americano es un límite, puesto que no emplea tizones hasta que la coinciden cia de juntas les hace imprescindibles.



Aparejo americano. Observe cómo las hiladas de tizones reducen la junta vertical que coincidiría entre las hiladas a soga 5 y 6.

APAREJOS GOTICOS

Dentro de la denominación aparejo gótico, podemos considerar tres casos distintos según sea la frecuencia con que se alternen sogas y tizones en una misma hilada:

Un ladrillo a tizón con un ladrillo a soga: gótico sencillo.

Un ladrillo a tizón con dos ladrillos a soga: gótico doble.

Un ladrillo a tizón con tres ladrillos a soga: gótico triple.

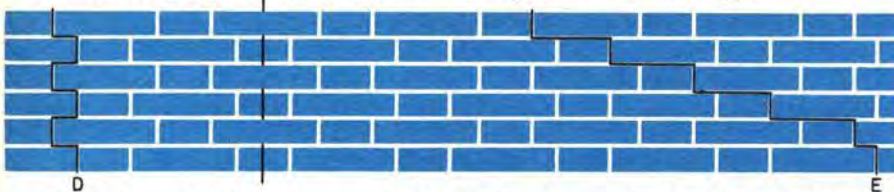
La denominación viene dada por el número de sogas que alternan entre 2 tizones de una misma hilada, obsérvelo.

APAREJO GOTICO SENCILLO

Este aparejo admite tres variantes según sean los solapes adoptados y los escalonados obtenidos.

a) Solape de 1/4, de manera que los centros de sogas y tizones se encuentren en la misma vertical, correspondiéndose cada 2 hiladas.

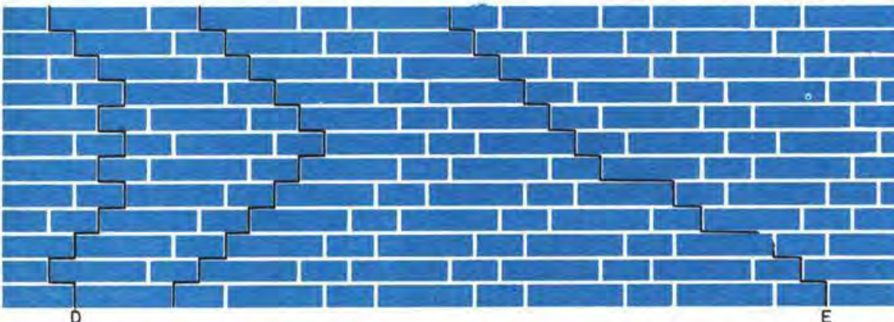
Dentado regular de 1/4 y escalonado regular de 3/4 de soga.



Variante (a) del aparejo gótico sencillo. Observe cómo los ejes de sogas y tizones se corresponden en vertical.

c) Solape de 1/2 soga consiguiendo juntas verticales demasiado acentuadas. No es recomendable constructivamente pero se usa a veces para lograr un bello efecto.

Dentado y escalonado regulares de 1/2 soga.



Variante (b) del aparejo gótico sencillo. En él pueden considerarse dos dentados, lo que motiva su bella apariencia.

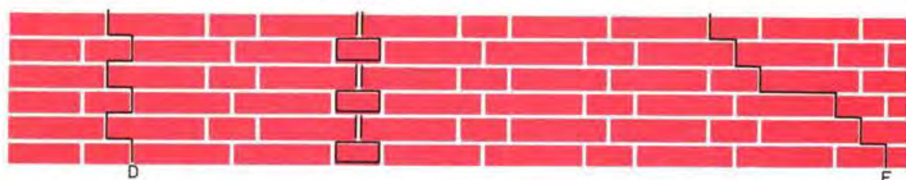
b) Solape de 1/4 con corrimiento hacia un solo lado o en zig-zag por series de determinado número de ladrillos.

Dentado irregular y escalonado regular, ambos de 1/4 de soga.

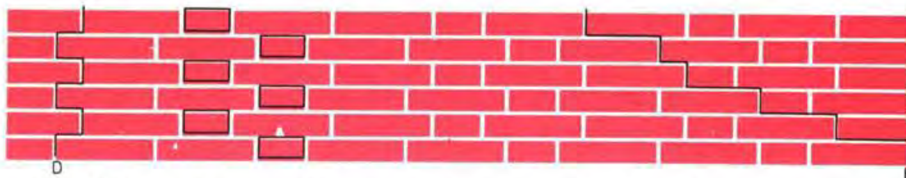
APAREJO GOTICO DOBLE O DE MARCO

También aquí podemos considerar distintas variantes:

a) En cada dos hiladas los tizones se corresponden según la vertical, separados por la llaga existente entre dos sogas, o por el centro de una soga. Vea que en una misma variante consideramos dos matices: con tizones equidistantes y con doble columna de tizones.

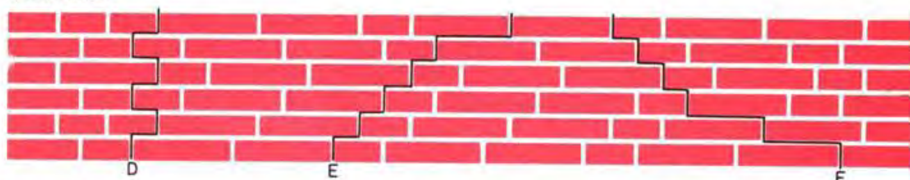


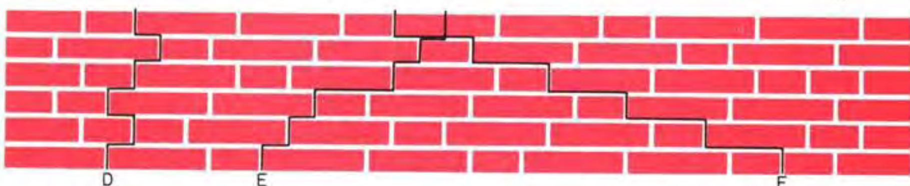
Variante (a) del aparejo gótico doble. Primera variante.



Segunda variante: con doble columna de tizones.

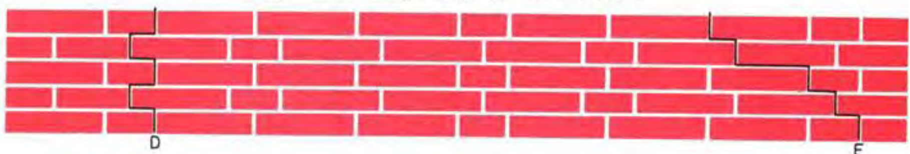
b) Observe que son dos posibilidades semejantes a las del aparejo gótico sencillo.





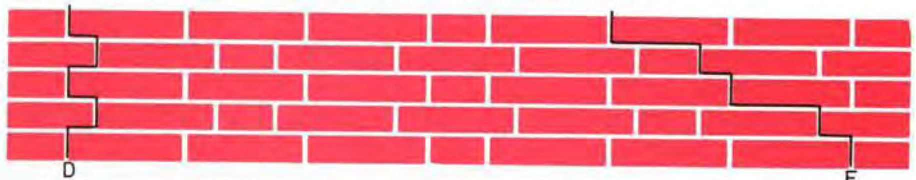
APAREJO GOTICO TRIPLE

Posibilidades semejantes al aparejo gótico doble.

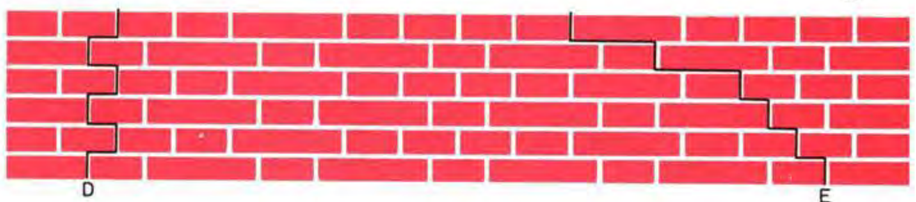


Esta solución del gótico triple es exacta a la variante (a) del doble, pero con tres sogas entre dos tizones.

Existen otras variantes de los aparejos góticos que junto a las expuestas demuestran las enormes posibilidades de los mismos.



Solución que se corresponde con la segunda variante (a) del gótico doble.



Variante del gótico en la que se ha sustituido una soga por dos tizones.

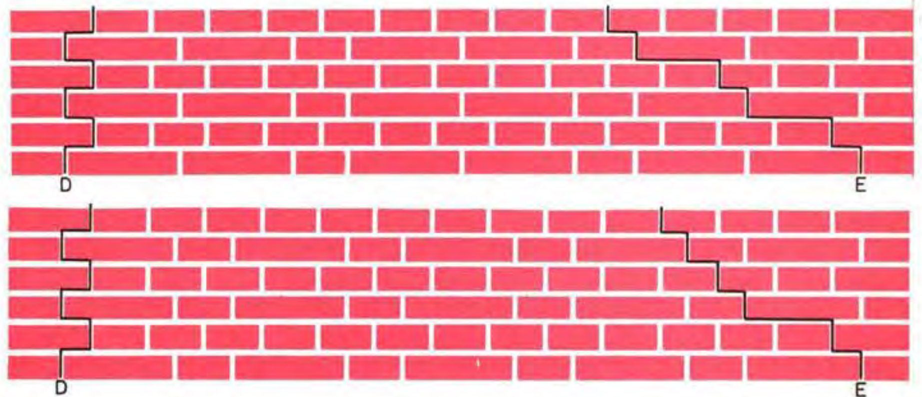
APAREJO HOLANDES

Se introdujo en el siglo XVII presentando mayor variedad de formas con la ventaja de una gran rigidez transversal, debido a estar formado por hiladas de sogas y tizones alternando con hiladas a tizón solo.

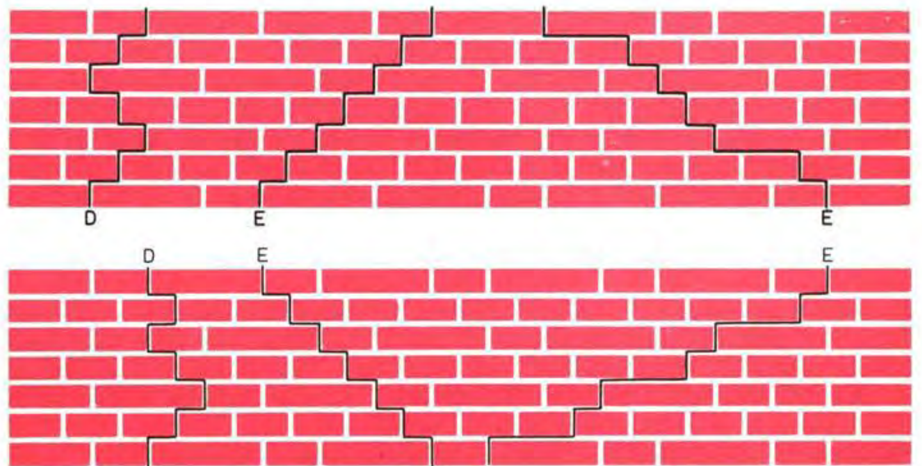
El solape puede ser de 1/4 y 1/2 ladrillo y los tizones de las hiladas, compuestas de soga y tizón, pueden disponerse en columnas, con corrimiento a un solo lado o en zig-zag.

Son infinitas las variantes que pueden producirse.

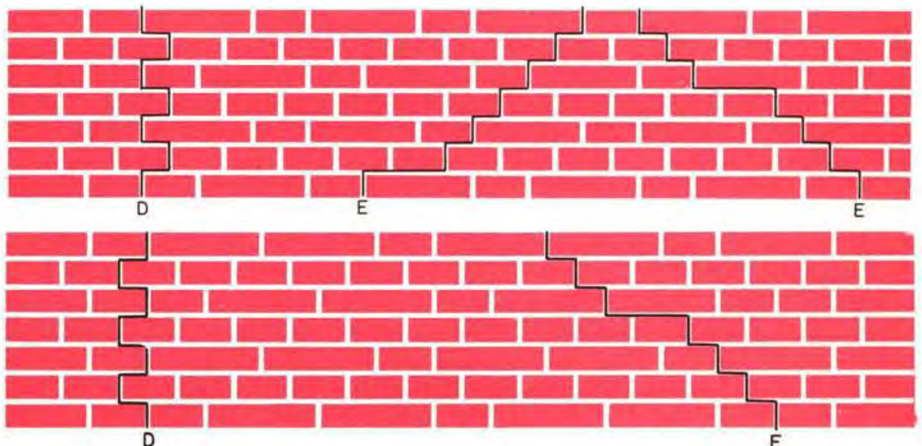
Los gráficos que siguen son distintas variantes del aparejo holandés.



Variantes obtenidas manteniendo tizones en columna.



Variantes conseguidas con corrimientos de tizones a un solo lado.



Variantes que resultan al correr los tizones en zig - zag.

APAREJOS PARA CASOS ESPECIALES

Vienen motivados por la necesidad de solucionar los extremos de las paredes, las jambas con mocheta, las intersecciones de muros y los pilares adosados o exentos donde es necesario alterar ligeramente la continuidad normal del aparejo utilizado, con objeto de conseguir que la estructura necesaria tenga mejor trabazón posible.

Aunque debe evitarse en lo posible, algunas veces es necesario terciar los ladrillos para obtener los 3/4, 1/2, 1/4 de soga y poder aparejar estos casos especiales.

APAREJOS DE JAMBA CON MOCHETA

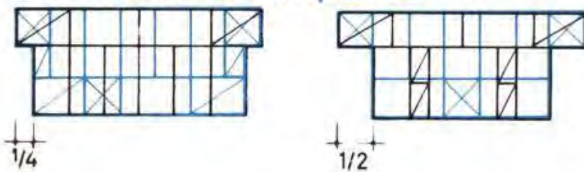
Cuando una ventana se sitúa en el paramento interior, se aplica el aparejo anterior utilizando ladrillos de mocheta en el ángulo interior. Pero si el marco de ventana se sitúa de manera que queden alféizar y telares interiores y exteriores, entonces los ladrillos deberán aparejarse en vistas a conseguir la mocheta deseada que normalmente es de 1/4 ó 1/2 de soga.

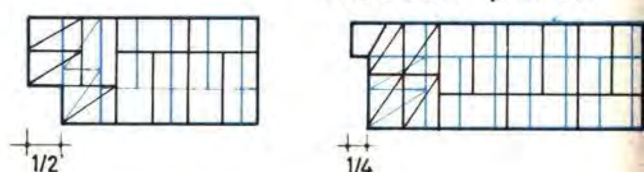
EXTREMO RECTO DE UN MURO

Esta solución se aplica también en jambas de puertas y ventanas donde no hay mocheta, así como en esquinas y en encuentros de muros.

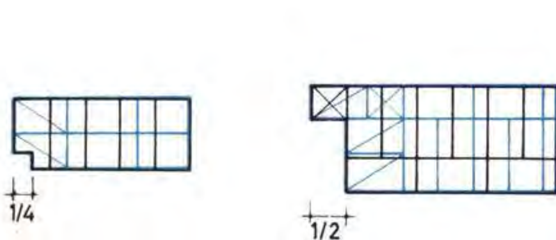
Hiladas impares

Hiladas pares





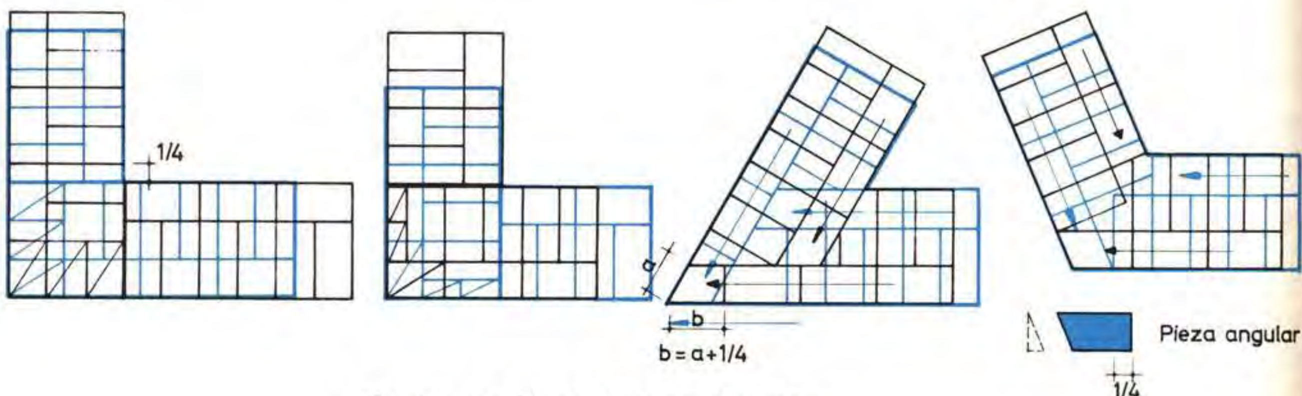
Aparejos de jambas con mocheta



Aparejos de jambas con mocheta



Extremos rectos de muros



Esquinas en ángulo recto, agudo y obtuso

INTERSECCION DE MUROS

Pueden darse tres casos:

Que los dos muros acaben en su intersección, produciéndose UNA ESQUINA; o que sólo continúe uno de los muros, con lo cual tenemos UN ENCUENTRO de muros, o que se prolonguen dos muros más allá de su intersección obteniéndose UN CRUCE.

EL MÉTODO GENERAL PARA RESOLVER ESTOS CASOS, estriba en resolver la unión como si las hiladas perteneciesen alternativamente a uno y otro muro.

INTERSECCIONES EN ESQUINA

Para solucionar este caso, los ladrillos de una misma hilada, se disponen a tizón en un paramento y a soga en el otro, invirtiéndose el orden en la hilada siguiente.

El aparejo se ejecuta según la magnitud del ángulo, siendo necesario considerar esquinas en ángulo recto, agudo y en ángulo obtuso.

ESQUINAS EN ÁNGULO RECTO.

Se emplea el método general: las hiladas propias de cada pared llegan enteras hasta el vértice, alternándose y resolviéndose como un extremo recto. Para aprovechar los trozos de desecho, en algunas hiladas pueden introducirse los de 1/4 de soga.

ESQUINAS EN ÁNGULO AGUDO.

Si la fábrica una vez construida debe revocarse, puede resolverse por el método general, dejando alternativamente endentadas las hiladas por cada cara. Si no se acepta esta solución, las sogas pasan hasta el paramento, dando preferencia de paso a las exteriores. Después, los tizones llegan hasta las sogas. Si se empieza a colocar los ladrillos por la esquina conviene que los que quedan situados en ella se preparen con las proporciones indicadas en el gráfico.

ESQUINAS EN ÁNGULO OBTUSO.

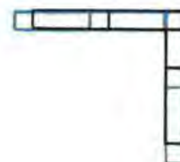
El ángulo más frecuente es el octágono (135°).

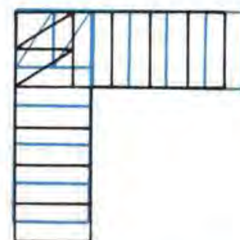
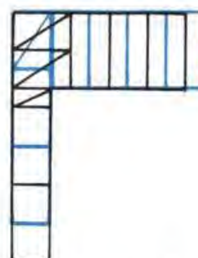
Las sogas llegan hasta la esquina y hasta el ángulo interior. Si se construye a partir de la esquina, la soga del ángulo interior debe quedar entera, preparándose los ladrillos de la esquina con las proporciones indicadas, a fin de que los ladrillos adyacentes a tizón puedan resultar enteros.

En este caso también tiene aplicación el método general, con el que se consiguen llagas en la esquina.

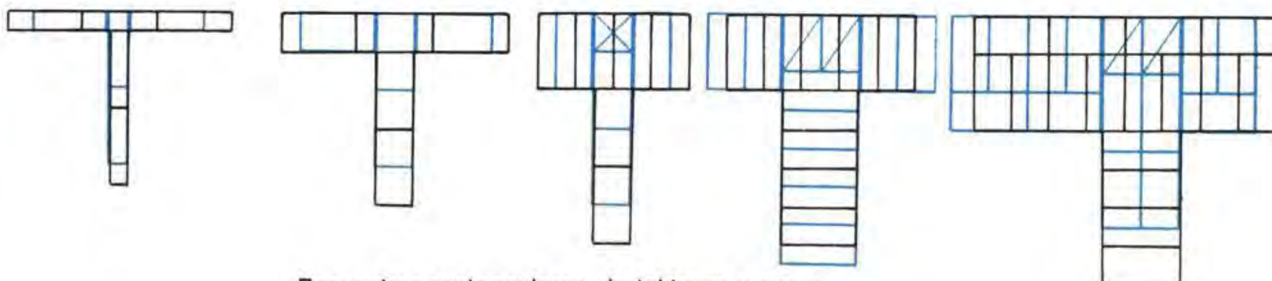
ENCUENTROS RECTANGULARES DE MUROS.

Se emplea el método general, empotrándose las hiladas a soga. La trabazón de los tabiques por tratarse de verdaderas placas debe asegurarse especialmente dejando en las paredes algunas cajas de empotramiento.



Esquinas con tabiques y muros



Encuentros rectangulares de tabiques y muros

CRUCE DE MUROS.

Se emplea el método general. La hilada que atraviesa el cruce será a soga, pudiendo ser a tizón la hilada cruzada.

PILARES ADOSADOS Y PILARES EXENTOS

PILARES ADOSADOS O SALIENTES DE MUROS.

Se resuelven por el método general, procurando siempre que al paramento saliente lleguen alternativamente tizones de ladrillos enteros, para asegurar la trabazón.

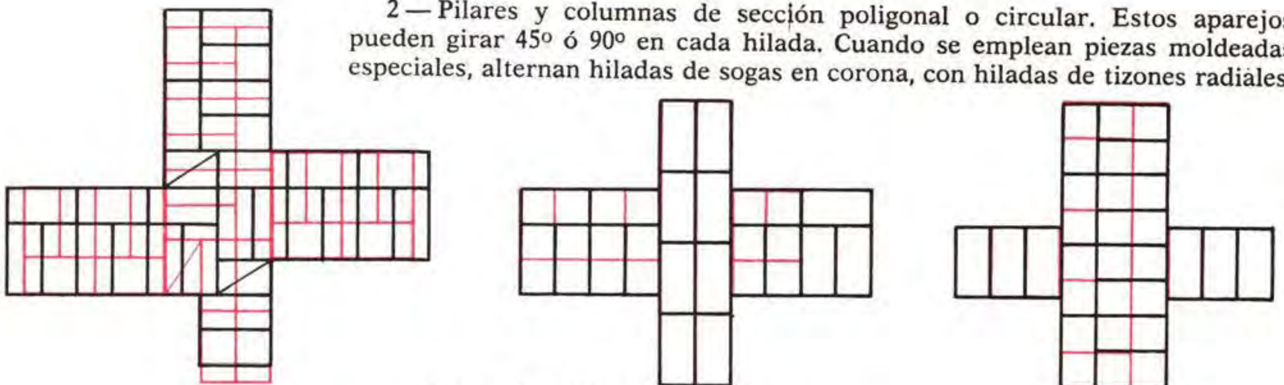
PILARES EXENTOS.

Consideraremos dos casos:

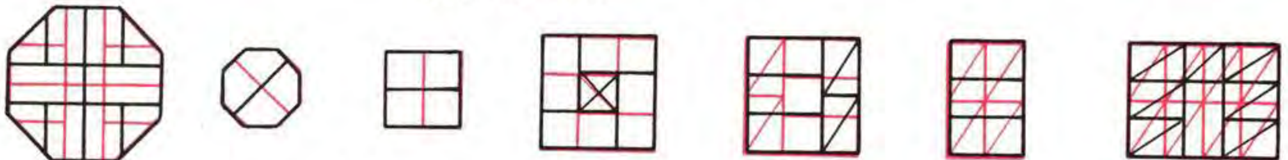
1 — Pilares y machones de sección rectangular. Teniendo los pilares una destacada importancia estructural, conviene que el monolitismo sea lo más efectivo posible. Por ello deben colocarse la mayor cantidad posible de ladrillos enteros como tizones.

Las hiladas alternan en las dos direcciones, siendo iguales en las secciones cuadradas. También se levantan pilares con un hueco central que se aprovecha para rellenarlo de hormigón o alojar conducciones.

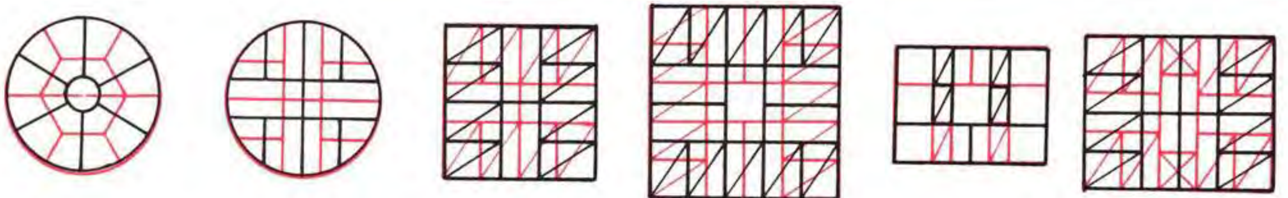
2 — Pilares y columnas de sección poligonal o circular. Estos aparejos pueden girar 45º ó 90º en cada hilada. Cuando se emplean piezas moldeadas especiales, alternan hiladas de sogas en corona, con hiladas de tizones radiales.



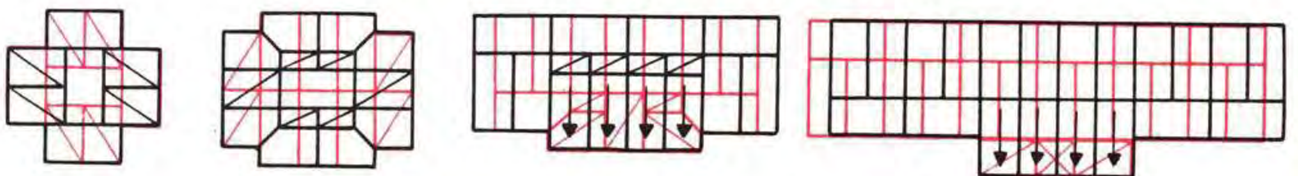
Cruces de muros



Pilares exentos hexagonales, cuadrados y rectangulares.

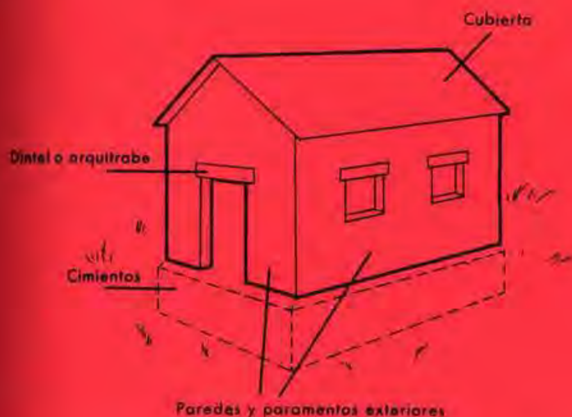


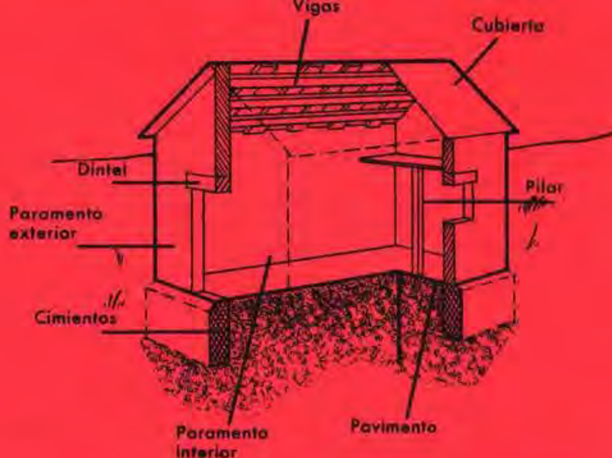
Pilares exentos circulares, cuadrados y rectangulares



Pilares exentos de planta especial y pilares adosados a un muro

Hiladas impares Hiladas pares





LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS
NOMENCLATURA Y DESCRIPCION

En la lección anterior trabamos conocimiento con los elementos estructurales que encontramos en todo edificio. Aquélla fue una visión muy superficial de las partes en que desde un punto de vista constructivo podemos desglosar una edificación.

Como cabecera de este capítulo le reproducimos los dos gráficos que estudió usted en la página 72 de la citada lección.

Estudiemos los elementos constructivos

Lo conseguiremos de la manera siguiente: Al margen de la página verá, en orden alfabético, una serie de nombres con un número al lado. Estos nombres constituyen la nomenclatura que debe conocer. El número corresponde al gráfico en que aparece el elemento cuyo nombre es el que lee. Independientemente de esto, y en forma de texto normal, damos una explicación sucinta de lo que son los elementos citados. Pero esta explicación no guarda un orden alfabético, sino que sigue el orden lógico de la construcción de un edificio: empezamos por abajo, para terminar por el tejado.

Como puede comprender, esta explicación representará un verdadero diccionario resumido al que podrá recurrir ante cualquier duda.

La base sobre que se apoya el edificio entero es un conjunto (bloques) de obra maciza enterrada en el suelo llamada CIMENTACION, FUNDACION o CIMIENTO. Las cimentaciones pueden ser CONTINUAS cuando las paredes transmiten una carga constante, o DISCONTINUAS cuando el peso del edificio se ha concentrado en unos pocos pilares.

Un ejemplo de cimentación continua es el del gráfico 5; uno de cimentación discontinua, el del gráfico 6.

Las PAREDES se asientan sobre la base segura de los cimientos y en ellas se prevén las aberturas necesarias: puertas y ventanas. Algunas de las paredes soportan directamente las cargas del conjunto de vigas que forman los pisos, recibiendo el nombre de PAREDES DE CARGA O PAREDES MAESTRAS cuando son las más gruesas y principales. Las paredes maestras suelen ser siempre paredes de carga, pero no todas las de carga son maestras.

NOMENCLATURA

A

AGUJAS TRANSMISION CARGAS
(también entregas)
ANGULOS 2
ANTEPECHO 2
ARCO Fig. 118
ARISTAS 2
ARMADURAS 6

B

BOVEDA Fig. 120
BOVEDILLAS O REVOLTONES 1-5-6
BROCAL

C

CERCOS CARPINTERIA 2-5
CIMIENTOS:
Contínuo 3-5
Discontínuo 6
CORREA O ZUNCHO 3
CRUJIA 1-5-6
CUBIERTA 3
CUPULA Fig. 122

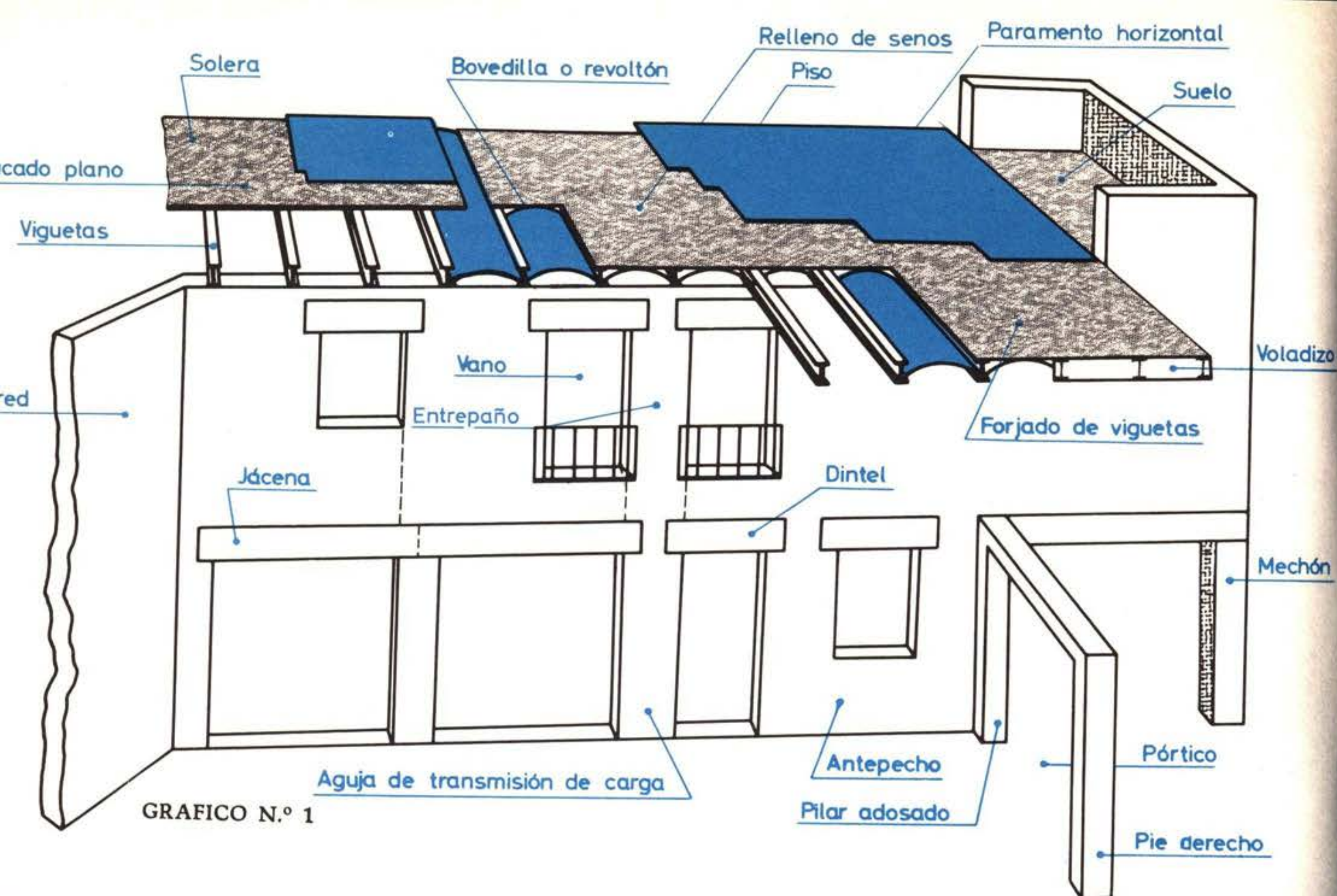


GRAFICO N.º 1

Dejando aparte el aspecto de las cargas que deben resistir las paredes, podemos considerar:

FACHADAS o paredes expuestas a la vista exterior. En una construcción aislada lo serán todas las paredes de la periferia del edificio; pero un edificio existente en la alineación de una calle de edificación intensiva, lo más probable es que sólo tenga una pared de fachada, a no ser que se trate de una esquina o chaflán de manzana o que la construcción tenga continuidad hasta la calle posterior.

Específicamente puede denominarse fachada a la pared que contiene la entrada principal del edificio o la que se considere más importante. Será la FACHADA PRINCIPAL. Las demás se denominarán según su orientación: FACHADA NORTE, FACHADA OESTE, etc. Suelen llamarse FACHADAS INTERIORES, O FACHADAS DE PATIO, las paredes que son visibles desde el patio interior del bloque edificado.

Igualmente ajeno a las cargas que soportan las paredes, es considerar las PAREDES MEDIANERAS, que son las levantadas en la línea divisoria de la propiedad entre fincas o junto a ellas. En las zonas de edificación intensiva separan dos edificios adyacentes.

La distribución del espacio existente entre paredes (limitaciones de espacios y formación de habitaciones) se hace por medio de los TABIQUES. Son paredes delgadas que no soportan carga.

Con el fin de que las paredes queden unidas monolíticamente se dispone a todo alrededor de las exteriores una especie de anillo, correa o abrazadera que las ciñe y sujeta. Es lo que comunmente se llama CORREA, CINCHO o ZUNCHO.

En la parte inferior y exterior de un edificio, para mejor efecto en su unión con el suelo y también para protegerlas de la suciedad, aparece en las paredes lo que se llama EL ZOCALO, faja inferior (muchas veces de piedra) y saliente del resto del muro. En el interior de las habitaciones también se añade un zócalo, casi siempre pintado.

La parte superior de un edificio o habitación es lo que llamamos EL TECHO del mismo; pero lo que realmente preserva la edificación de las inclemencias del tiempo es el TEJADO. Es la parte más superior del edificio, llamada así porque generalmente está formada por un conjunto de piezas cerámicas llamadas tejas, sostenidas por un ENTRAMADO o esqueleto de vigas.

El entramado no cubre el edificio, sino que es elemento de sostén de las tejas, losas o lo que sea, que es lo que propiamente recibe el nombre de CUBIERTA.

Al pensar en una pared es fácil considerar la superficie vertical que presenta vista por delante, y también en la que presenta vista por su parte interior. Ambas superficies reciben el nombre de PARAMENTOS. Por extensión, se denominan paramentos todas las superficies exteriores más o menos extensas de los principales elementos constructivos, distinguiéndose, según vengan al caso, entre PARAMENTOS VERTICALES y PARAMENTOS HORIZONTALES (techos, por ejemplo).

Sinónimo de paramento, suele ser en algunos lugares PAÑO DE PARED o LIENZO DE PARED.

La zona de paramento comprendida entre dos ventanas o dos pilares adosados, se llama ENTREPAÑO. Los límites de paramento pueden ser ANGULOS (un rincón de habitación, por ejemplo) o ARISTAS (esquinas de las obras de fábrica).

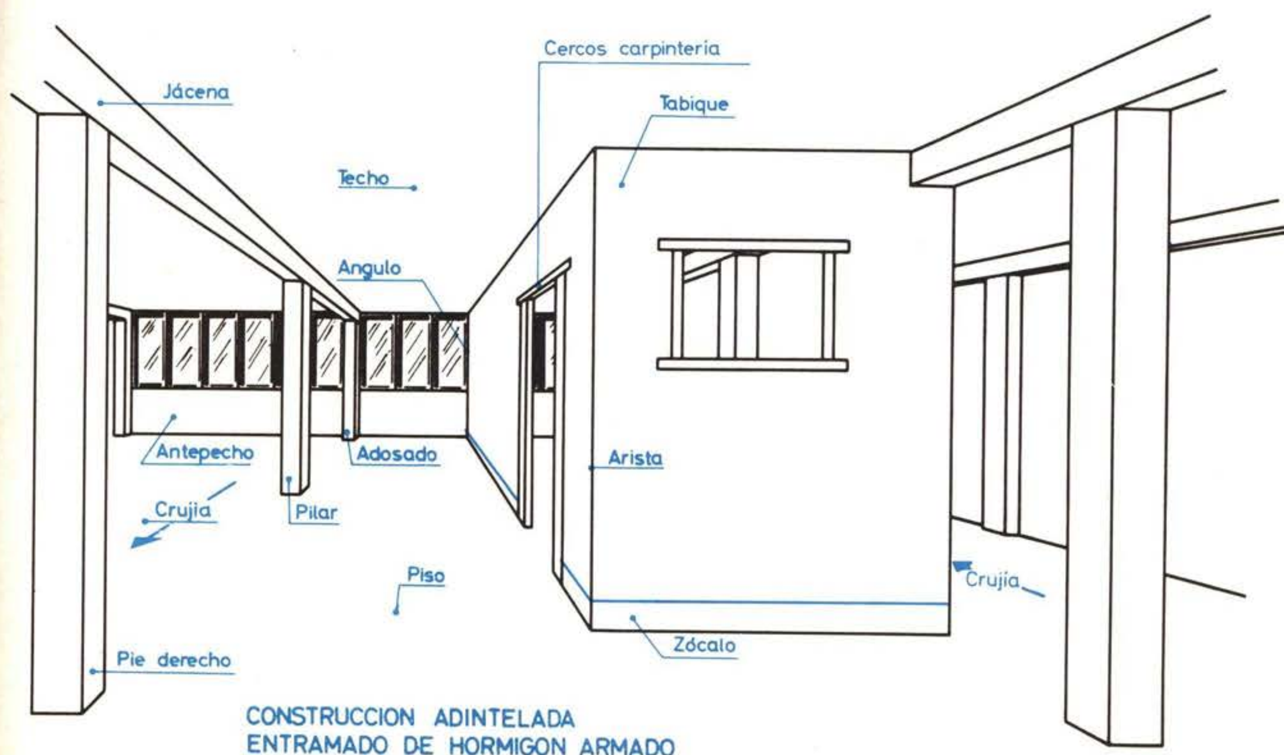


GRAFICO N.º 2

Las paredes bajas que se construyen a ambos lados de un puente, en barandas de azoteas, en balcones o en la parte inferior de las ventanas, reciben el nombre de ANTEPECHO. Pero el antepecho que rodea la boca de un pozo, es un BROCAL.

En una pared pueden abrirse boquetes o dejarse huecos, es decir: espacios sin pared de distinta extensión. Estos espacios vacíos bien pueden tender a dejar un acceso desde el exterior (puertas) o a dejar un paso a la luz (ventanas). En una pared, podemos considerar partes huecas a las que llamamos VANOS.

Es corriente decir *vanos abiertos en una pared*. Para los profanos debe significar boquetes abiertos en un muro.

Las medidas interiores de los vanos se llaman MEDIDAS DE LUZ; y si no se dice nada en contra, siempre se consideran medidas horizontales. Así, por ejemplo, 2'7 m de luz (o 2'7 m — luz) significará 2'7 m interiores de vano tomados en sentido horizontal.

Las medidas de luz se refieren siempre a vanos; ¡nunca a macizos!

El concepto de vano y la consideración constante de medidas de luz se extiende a todo espacio libre comprendido entre dos elementos cualesquiera (entre dos vigas, por ejemplo).

Las partes comprendidas entre los vanos son los MACIZOS de la pared.

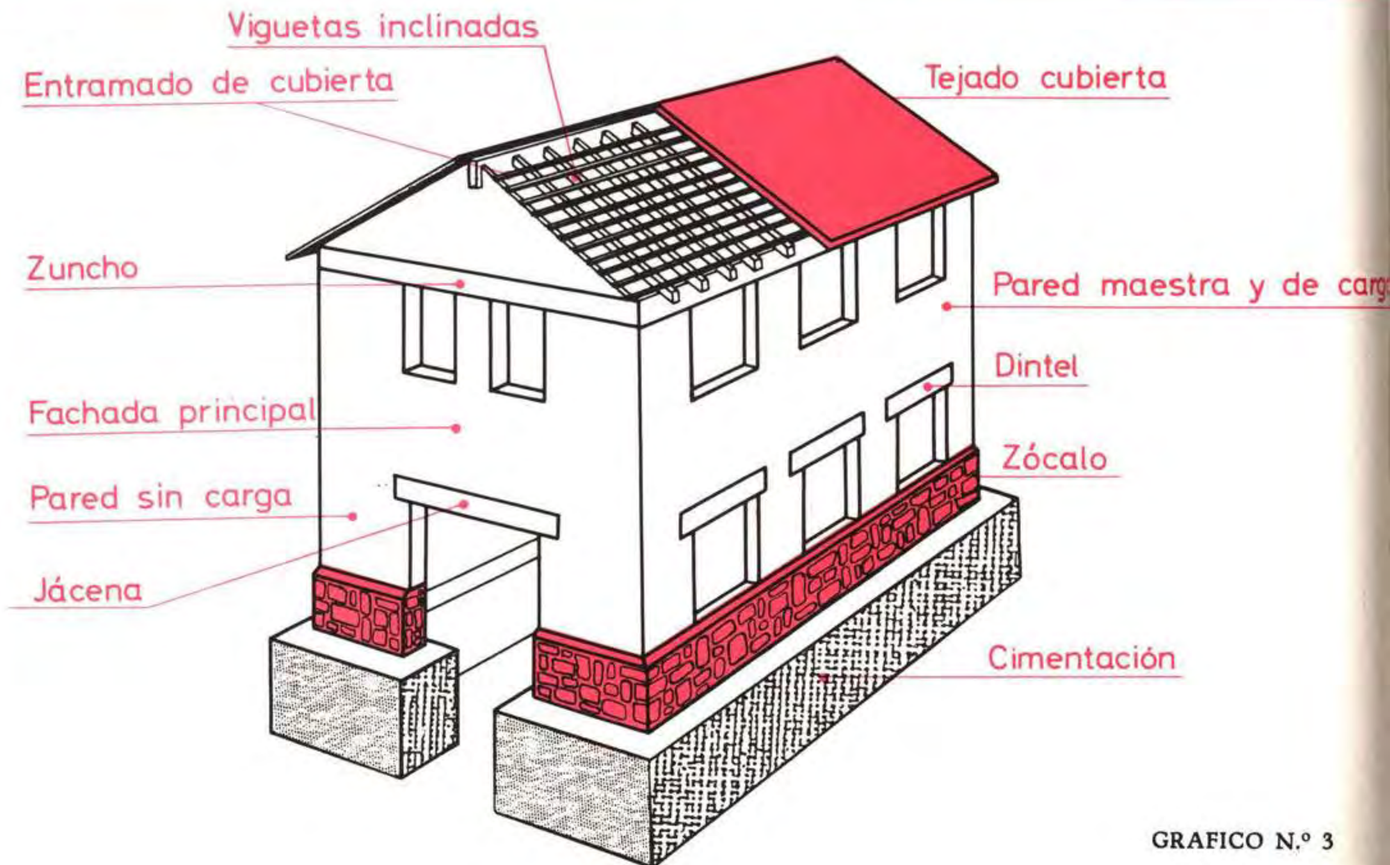


GRAFICO N.º 3

Los macizos limitados por líneas verticales se llaman AGUJAS DE TRASMISION DE CARGAS, siendo muy importante la consideración de su sección, porque suele suceder que a menor sección, mayores son las cargas concentradas en ellas.

Si esta sección se reduce todavía más, tenemos lo que se llama un PIE DERECHO o PILAR.

Un pilar, a diferencia de una columna, no tiene por qué ser cilíndrico, o rectangular, o sujetarse a estilo determinado.

El pie derecho es un elemento sustentante de sección muy reducida en comparación a su altura, por la función específica de sostener cargas muy concentradas ocupando el mínimo espacio.

El pilar, además de estar por completo dentro del concepto de pie derecho, puede quedar aislado (exento) o bien adosado a una pared. Si el pilar es de obra de fábrica, se llama MACHO o MACHON.

El peso que gravitaría sobre un vano cubierto, está soportado por un elemento que lo cubre y que va de macizo a macizo o de pilar a pilar. Las dimensiones de este elemento siempre son superiores a la luz que debe cubrir, porque necesitan un espacio de apoyo. Los elementos menos complicados para cubrir una vano son los monolíticos, siendo el más sencillo el que se llama DINTEL propiamente dicho, utilizado para cubrir vanos de puertas y ventanas, de dimensiones normales.

En los tabiques, debido a su escasa carga, pueden dejarse vanos sin necesidad de dintel, bastando para cubrirlos los CERCOS DE CARPINTERIA, o sea, los marcos de puertas y ventanas fijados al tabique en el momento de su construcción.

Cuando los dinteles de puertas y ventanas tienen una luz mayor de la acostumbrada, ya no se habla de un dintel, sino de una VIGA.

En la formación de pisos, las vigas son de sección reducida, colocándose a modo de un emparrillado. Reciben el nombre de VIGUETAS.

Pero estas viguetas deben apoyarse en una viga mayor. Son vigas importantes, porque soportan una pared o emparrillado de viguetas, y reciben el nombre de JACENAS, dotadas de la sección conveniente al tipo de esfuerzo que deben soportar. Se trata de unos dinteles de gran luz.

Cuando las viguetas de un piso se prolongan a la parte exterior, se obtiene un VOLADIZO, originando balcones, terrazas salientes, protecciones solares a modo de umbráculos, etc.

El conjunto de dinteles, jácenas, vigas y viguetas recibe el nombre de ENVIGADO del edificio. Genéricamente, todos estos elementos que se caracterizan por trabajar a flexión pueden llamarse dintel, y así no es incorrecto hablar de una construcción adintelada. Sin embargo, ya hemos dicho que corrientemente llamamos dintel a la viga corta que cubre el vano de una puerta o ventana.

La estructura formada por dos pies derechos y un dintel fuertemente unidos recibe el nombre de PORTICO, exactamente igual que las zonas cubiertas por dinteles sobre columnas existentes delante de los templos y construcciones importantes.

El conjunto de elementos resistentes de un edificio, particularmente los de sección reducida (pilares, jácenas, vigas), al formar el armazón de un edificio, reciben el nombre de ENTRAMADO. Con frecuencia podemos ver, en las grandes ciudades, cómo se elevan los entramados de los edificios, casi siempre de hierro u hormigón armado.



Arco

Fig. 118



Arco adintelado

Fig. 119

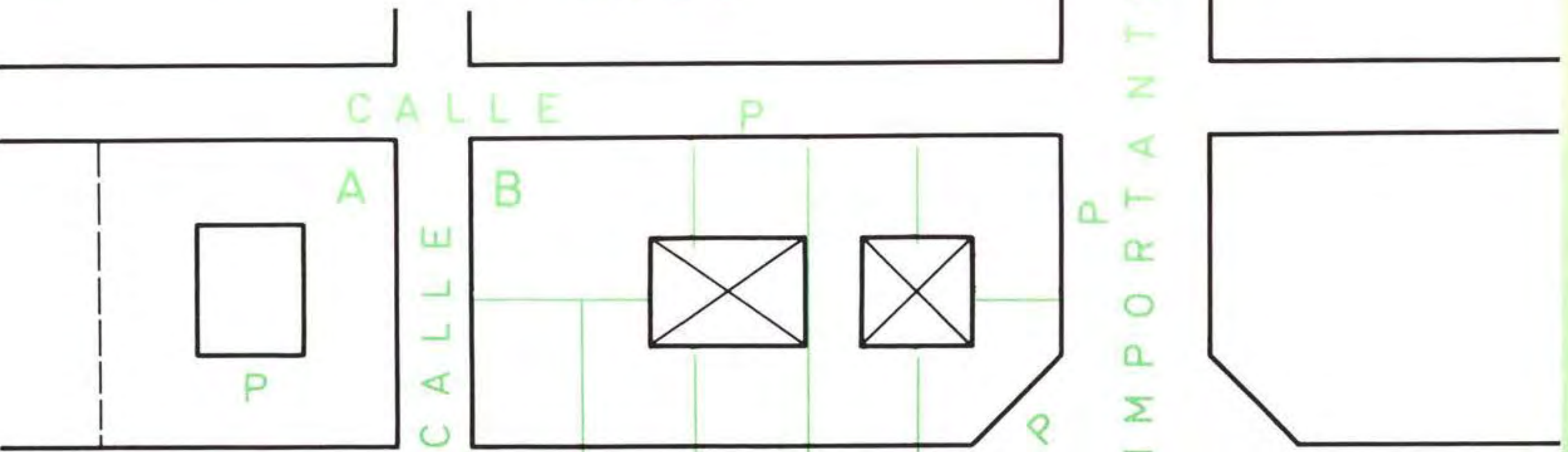


GRAFICO N.º 4

Este gráfico demuestra la situación de los elementos reseñados al margen izquierdo. Estudie este dibujo con mucha atención y no dude sobre el significado de las expresiones: Paredes de fachada, fachadas de patio, etc., etc.

Un elemento algo complejo para cubrir los vanos es el ARCO, formado por piezas menores que la luz a cubrir. El arco se relaciona morfológicamente por su parte interior con un tipo de techo llamado BOVEDA, consistente en una obra de fábrica que cubre un espacio comprendido entre muros o pilares y que pueden representarse en esquema mediante una superficie cilíndrica. Las bóvedas tienen una aplicación importante en la construcción de escaleras y en la formación de pisos para cubrir la luz entre viguetas, llamándose en este último caso BOVEDILLAS o REVOLTONES.

La CUPULA es una bóveda de planta circular, elíptica o poligonal.

El entramado de los pisos debe rellenarse por algún sistema (acabamos de hablar de los revoltones o bovedillas). La obra que rellena los huecos de un entramado se llama FORJADO.

Para el forjado de un piso (forjado horizontal) debe rellenarse el espacio existente entre viguetas, lo que se hace por medio de bovedillas, a lo que sigue la operación de macizado, especialmente junto a las viguetas: es lo que se llama RELLENO DE SENOS, para conseguir la superficie horizontal del SUELO.

El término PISO corresponde al suelo ya pavimentado, con mosaico, por ejemplo.

Otro sistema de forjado de pisos es el TABICADO PLANO, consistente en un tabique horizontal formado por dos o tres gruesos de rasillas (piezas cerámicas). El suelo así conseguido se llama SOLERA.

Cada uno de los espacios comprendidos entre paredes de carga (donde se apoyan las viguetas del forjado) se denomina CRUJIA, desde un punto de vista *constructivo*. En cambio, desde un punto de vista *utilitario*, se denomina NAVE, siempre que se trate de un espacio libre de pilares, paredes y tabiques. Debe tenerse en cuenta que una crujía puede comprender tabiques de separación de habitaciones. El término crujía, lo repetimos, es netamente constructivo, no utilitario.

Finalmente digamos que las varillas de hierro interiores de los pilares y jácenas, que permiten reducir al máximo la sección de los elementos resistentes, se conocen con el nombre de ARMADURAS.

Esta es la nomenclatura que debe conocer, y que no tenemos la pretensión de que aprenda de memoria. Creemos que con la escueta explicación dada y los gráficos que la acompañan es suficiente para que estos conceptos queden perfectamente claros. Cuando en lecciones sucesivas le surjan dudas sobre el significado de las palabras mencionadas, remítase a este capítulo a modo de consulta. Ello nos permitirá seguir adelante sin miedo a que podamos emplear alguna palabra de significado desconocido para usted. Nos referimos, claro, a las palabras que hagan referencia a la técnica constructiva.



Fig. 120



Fig. 121



Fig. 122

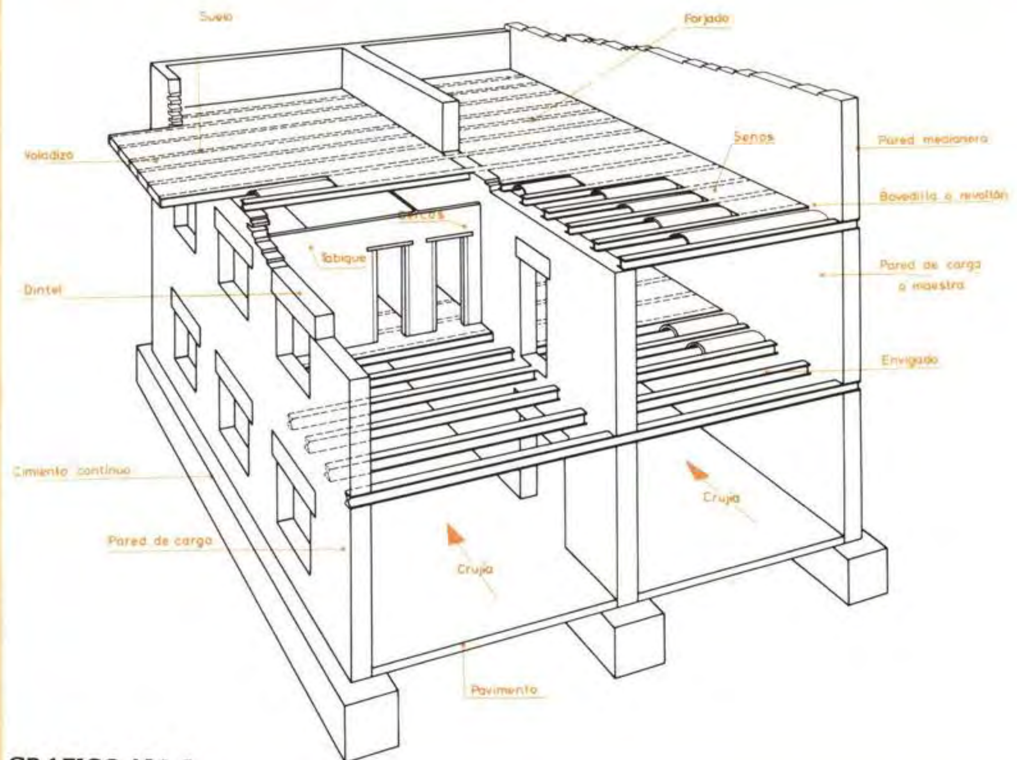


GRAFICO N.º 5

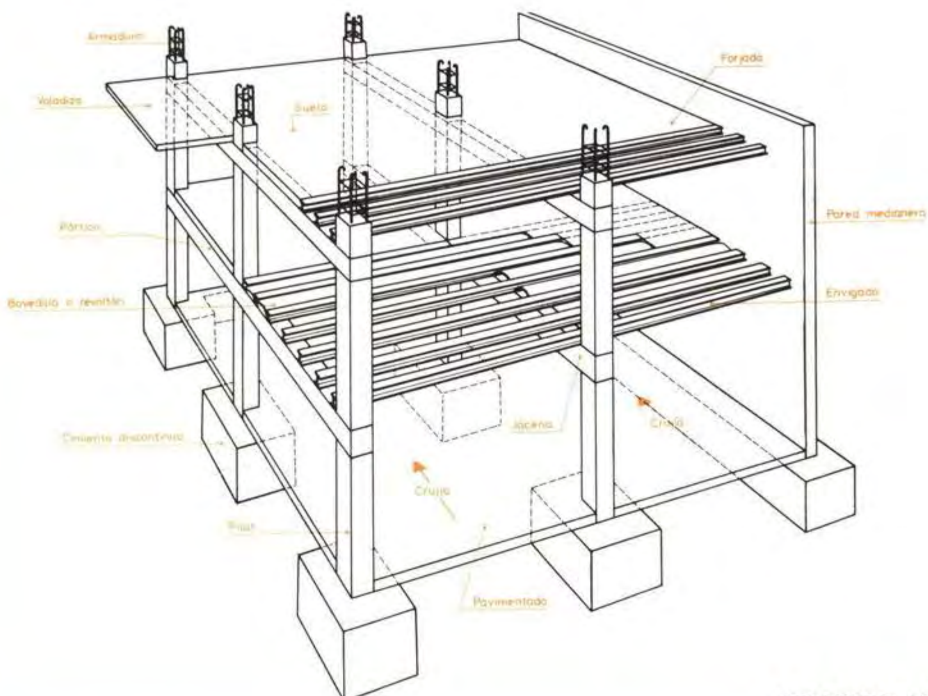
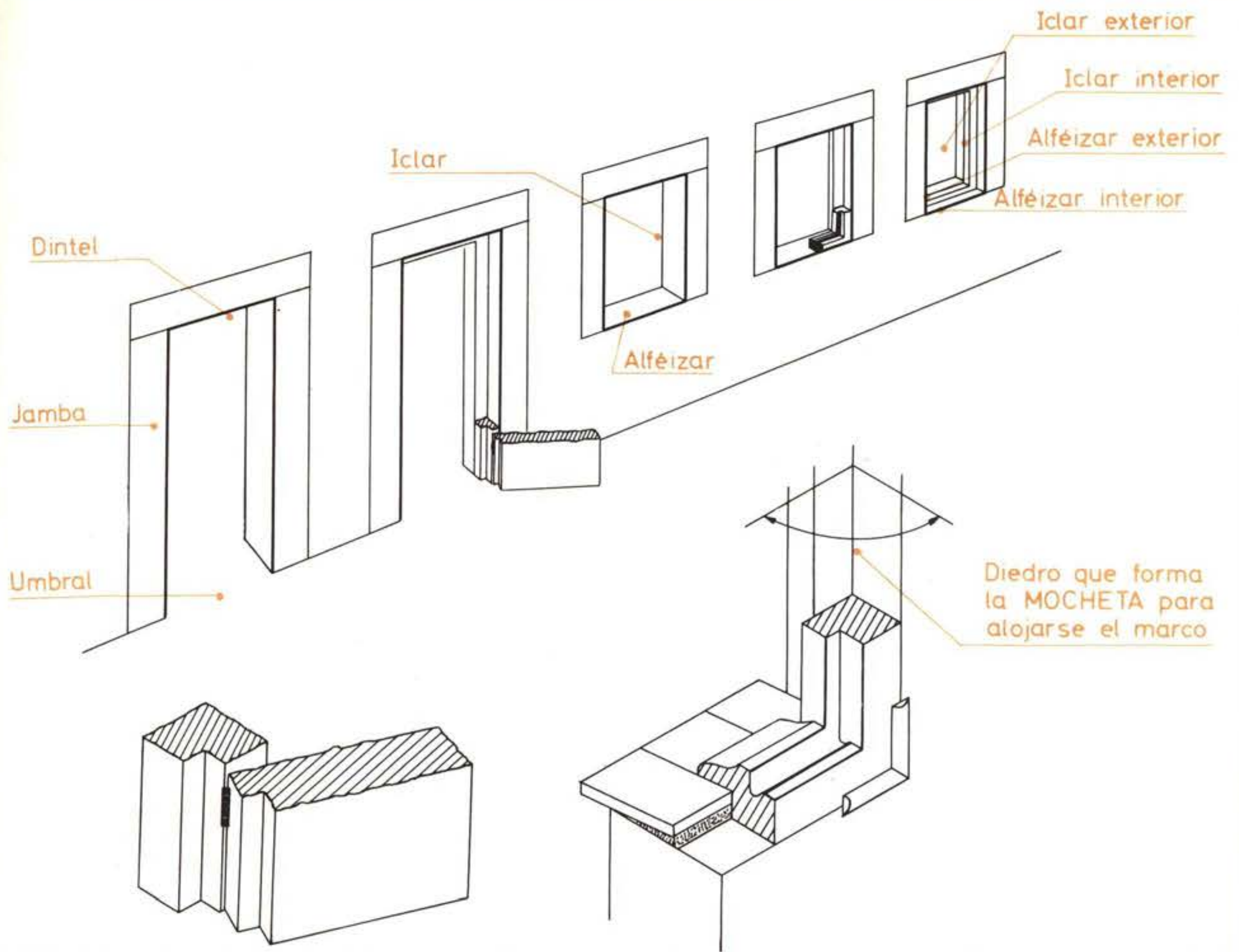


GRAFICO N.º 6



Finalizamos el capítulo incluyendo este gráfico enteramente dedicado a la nomenclatura especial y detalles constructivos de puertas y ventanas.



Proyectos 3

EJECUCION DEL PROYECTO - SU PLANIFICACION

DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Siempre que vea un edificio construido, debe pensar que este edificio ha existido primero en la mente del proyectista para pasar después a una forma gráfica que son los planos. Es decir: primero existió una idea a la que se dio forma dibujando unos planos representativos de dicha idea, y de estos planos se pasó a la realidad corpórea del edificio.

Este proceso hace posible la visión conjunta de la complejidad del proyecto y de los problemas constructivos que, de no mediar unos planos y otros documentos entre la idea y la realización, se hubiesen presentado en la ejecución de las obras.

Puede estar seguro de que una hora de estudio, llevada a cabo por un hombre capacitado sobre unos planos en vías de realización, supone evitar la pérdida de muchas horas, de mucho dinero e incluso de vidas humanas en el curso de realización de las obras.

Proyectar un edificio (o ayudar a proyectarlo) es una actividad que entraña una responsabilidad muy grande, acorde con los riesgos que pueden resultar de una construcción defectuosa o simplemente poco cuidada en sus detalles. Es por ello por lo que no quiero empezar este nuevo capítulo del apartado que trata de los proyectos sin que me prometa formalmente que grabará en su mente lo que escribo a continuación. ¿Prometido?... ¡pues lea!

LA ELABORACIÓN DE UN PROYECTO DEBE ESTAR PROFUNDAMENTE MEDITADA POR LAS RESPONSABILIDADES QUE COMPORTA.

ES MEJOR APLAZAR LA INICIACIÓN DE LAS OBRAS QUE EMPEZARLAS CON VACILACIONES, PORQUE TODA IMPREVISIÓN EXISTENTE EN EL PROYECTO APORTARÁ TAMBIÉN, CON TODA SEGURIDAD, LAS NO MENOS IMPREVISIBLES VACILACIONES EN EL TRANSCURSO DE LAS OBRAS, CON LAS SIGUIENTES PÉRDIDAS DE TIPO ECONÓMICO, DE CALIDAD EN EL ACABADO Y DE IMPERFECCIÓN EN LA DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS, COSAS QUE SUPONDRÍAN UN SENSIBLE AUMENTO DEL COSTE Y UN IRREPARABLE DESCRÉDITO PARA EL PROYECTISTA QUE HAYA APORTADO SUS CONOCIMIENTOS A LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.

LAS ORDENANZAS - DOCUMENTOS

Usted ya sabe, porque de ello hemos hablado en las anteriores lecciones, que toda edificación queda sujeta a unas condiciones que podemos considerar constantes en su naturaleza, aunque variables en sus par-

ticularidades, que están previstas por cada municipio en las llamadas ORDENANZAS MUNICIPALES. Las alineaciones de fachadas, las profundidades y volúmenes edificables, son datos importantísimos que suministran las ordenanzas y que, por sí solos, condicionan totalmente las posibilidades de construcción. Así, pues, resulta que el primer dato a tener en cuenta antes de iniciar un proyecto son las ordenanzas municipales a que debe quedar sujeto. Cuando estas ordenanzas se desconocen, es necesario informarse en las oficinas municipales del lugar, acerca de los proyectos urbanísticos que puedan existir y de lo que estos mismos proyectos afectarán total o parcialmente a la edificación que se desea llevar a cabo. Un simple ejemplo: ¿No es posible que por un solar que en la actualidad queda en descampado deba pasar una futura avenida de un proyecto urbanístico que el municipio piensa llevar a cabo?... Sería una triste gracia que el edificio se viese automáticamente afectado por una muy posible orden de expropiación, ¿no le parece?

También sabe usted que el hombre representa una verdadera unidad de medida para todo cuanto con él debe relacionarse. Y de esta verdad surgen nuevas cuestiones a tener en cuenta antes de emprender la realización de un proyecto arquitectónico. No se trata sólo de especificar los espacios óptimos necesarios, sino de adaptar estos espacios a la naturaleza de la edificación.

No se podrá imaginar la construcción ni preverla en detalles, si no se sabe (en detalles también) lo que en ella se quiere realizar. En este sentido es imprescindible una documentación, lo más completa posible, acerca del motivo de la edificación. Estos conocimientos nos harán determinar inmediatamente las distintas partes integrantes del edificio, partes a las que daremos las características requeridas, puesto que conocemos las *necesidades* que las motivan.

Se ha destacado la palabra *necesidades*, porque ellas, o las conveniencias a satisfacer en la futura edificación, forman el conjunto de datos que se ha convenido en llamar PROGRAMA DE NECESIDADES.

Se comprende que el programa de necesidades será distinto según sea la naturaleza de lo que se va a proyectar. Este programa no será el mismo si se trata de proyectar un apartamento para un matrimonio anciano que si se trata de una vivienda para una familia con cuatro hijos. Variarán muchas cosas, ¡incluso la decoración interior!

Aún existirá mayor diferencia entre los programas de necesidades de proyectos para diversas industrias. Es cosa muy distinta proyectar una fábrica textil que proyectar una fábrica de automóviles, se comprende.

Vamos a resumir lo dicho hasta ahora:

> En todo proyecto, ATENDER A UNOS PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS MANTENIÉNDOSE DENTRO DE UNAS ORDENANZAS Y RESPONDIENDO A UN PROGRAMA DE NECESIDADES,

significa partir de unas ideas de principio que, además de condicionar el proyecto, motivan y justifican las formas externas.



Fig. 123

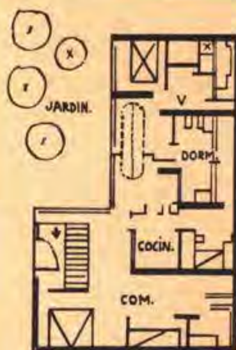


Fig. 124


Fig. 125


Fig. 126

EL PROYECTO COMPLETO

Es indiscutible que la parte principal de todo proyecto de construcción la constituyen sus planos, o sea, la representación de la forma y de la distribución del espacio disponible para edificar. Pero acabamos de ver cómo estos planos quedan condicionados por este programa de necesidades que es inevitable estructurar. Vemos inmediatamente que un proyecto completo no puede quedar formado únicamente por unos planos, sino que incluye algunas cuestiones que no pueden dibujarse, pero que hay que hacer constar. Constituyen la parte escrita del proyecto.

Los planos, ciertamente, pueden explicar muchas de las ideas surgidas del programa de necesidades, pero no todas. Las cuestiones de clima, las de índole económica, los procesos constructivos, el cálculo de la resistencia de los materiales, su cantidad y calidad, etc., son cuestiones que no pueden expresarse en los planos. No pueden grafiarse, *pero deben escribirse.*

En algunos casos, la representación gráfica en dos dimensiones (planos) no es suficiente para dar una idea inmediata y completa de las características del futuro edificio; en estos casos se recurre a una representación estereográfica (en tres dimensiones) que se llama *maqueta* o *modelo.*

Aun hay más: Para fijar de forma inequívoca la calidad, acabado y aspecto externo de algunos proyectos, se adjunta al conjunto del mismo alguna *muestra* de los materiales que van a emplearse.

Fíjese ahora: De un programa de necesidades que habremos estudiado, surgirán unos planos y unos estudios, que deberán escribirse para que de ellos quede constancia, a los que podremos añadir unas representaciones corpóreas y unas muestras de material. Por todo ello podemos decir que un proyecto completo constará de las siguientes partes:

DOCUMENTOS ESCRITOS. (Lo que no se puede dibujar). Fig. 123.

DOCUMENTOS GRÁFICOS. (Representaciones geométricas por proyección, o planos). Fig. 124.

DOCUMENTOS ESTEREOGRÁFICOS. (Representaciones en tres dimensiones). Fig. 125.

MUESTRAS (de los materiales a emplear). Fig. 126.

En las construcciones de menor importancia se prescinde de los documentos estereográficos y de las muestras.

LOS DOCUMENTOS ESCRITOS

Tres son los documentos escritos que generalmente se incluyen en un proyecto:

LA MEMORIA DESCRIPTIVA. Es la exposición razonada del proyecto.

PLIEGO DE CONDICIONES. Es la descripción técnica de la obra a realizar.

PRESUPUESTO. Donde se detalla y calcula el coste de la construcción.

En construcciones sencillas muchas veces se simplifican estos do-

cumentos refundiendo memoria y pliego de condiciones en un solo documento.

Detallando un poco más, veamos en qué consiste cada uno de estos documentos escritos que deben acompañar la totalidad del proyecto. Es importante que, en vistas a su futura actividad profesional dentro del campo de la construcción, tenga una idea clara del contenido de esta documentación.

LA MEMORIA DESCRIPTIVA

Mediante una exposición razonada se explican los motivos que han inducido al autor del proyecto a llegar a los resultados que se proponen. También en la memoria se explican las soluciones técnicas adoptadas en el edificio proyectado, justificando todos los pormenores racionalmente y de acuerdo con el programa de necesidades que los motivó.

EL PLIEGO DE CONDICIONES

Queda destinado a consignar las condiciones técnicas que deberá observarse durante las obras, especificando detalladamente todas las características de la edificación proyectada que no puedan explicarse mediante un dibujo (en los planos): los procedimientos de construcción, las condiciones que deberán reunir los materiales (su procedencia, calidad, empleo), la marcha general que seguirán los trabajos y las condiciones económicas bajo las que deberá regirse.

EL PRESUPUESTO

El cálculo del coste de la obra necesita un previo ESTADO DE MEDICIONES, que es un cálculo de la cantidad de obra de cada clase que deberá efectuarse atendiendo a los materiales y jornales empleados partiendo de lo consignado en los planos. Así, por ejemplo, el estado de medición puede decir que en la edificación se necesitarán *tantos* ladrillos para *tantos* metros cúbicos de obra de fábrica, en la que se emplearán *tantos* albañiles trabajando *tantos* días.

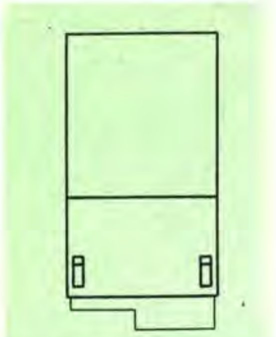
Por otra parte necesitaremos disponer de otro dato: el precio unitario tanto del material como de la mano de obra.

Con el estado de mediciones y los precios unitarios se deduce el presupuesto, que algunas veces, y para simplificar, se refunden con el estado de mediciones sin darse por separado.

LOS DOCUMENTOS GRAFICOS

Los planos constituyen la parte gráfica esencial de todo proyecto. Se comprende que sea esta parte del proyecto total la que de una forma más directa debe interesarle a usted, puesto que es la confección y cálculo de los planos donde la inteligencia y preparación del proyectista pueden brillar con luz propia.

La cantidad de documentos gráficos es muy variable según sea la complejidad del proyecto; pero siempre es posible incluir los planos dentro de uno de los tipos que a continuación vamos a reseñar:



Esta es una proyección horizontal. Es una planta.



Esta es una sección horizontal de un edificio. También es una planta.

Las plantas

No es la primera vez que hablamos de plantas; pero tampoco estará de más que digamos que en el ramo de la construcción SE DENOMINA PLANTA A TODA SECCIÓN O PROYECCIÓN HORIZONTAL. (Fig. 127.)

Pero si con la imaginación es capaz de representarse un edificio un poco importante (pongamos por ejemplo una casa de siete u ocho pisos), le será muy fácil darse cuenta de que no es una sola planta la que necesitaremos para dar una idea total de la distribución de espacios en el edificio. Por ello podemos hablar de distintas clases de planta dentro de una edificación. Vamos a citarlas y a decir en qué consiste cada una de ellas:

Plantas de situación o emplazamiento

Son las que representan, por proyección sobre el plano de tierra, el emplazamiento de las construcciones proyectadas en relación con las vías públicas, terrenos y construcciones circundantes. Retroceda un par de lecciones y recuerde lo que se estudió sobre el plano topográfico y la planta piloto del futuro edificio. Esta es la primera planta a considerar dentro del conjunto del proyecto. (Fig. 128.)

N
CARRETERA A
102
26
42,30
34,70
3
3
26,40
CARRETERA B
AVENIDA

PLANTA DE EMPLAZAMIENTO

E. 1:1000

SUP. TOTAL CONSTRUIDA 224,40 m^2

Fig. 128

Plantas de distribución

Representan las secciones horizontales del edificio. ESTAS SECCIONES SE CONSIDERAN HECHAS A LA ALTURA DE MEDIA VENTANA A FIN DE QUE EL PLANO SECCIONAL CORTE LOS MACIZOS Y VANOS. Vea la Fig. 129.

De esta forma se representan y muestran los espacios interiores del edificio con la situación de paredes, tabiques, puertas, ventanas, espacios de trabajo o de acceso y los que quedan reservados a máquinas o muebles, que, para una mayor claridad, pueden representarse también en las plantas de distribución. (Fig. 130.)

Las plantas de distribución, según al nivel del edificio a que hagan referencia, pueden dividirse en:

PLANTA DE SÓTANOS, cuando los mismos están completamente por debajo del nivel del terreno.

PLANTA DE SEMISÓTANOS, si se da el caso de que no se trata de unos sótanos completamente excavados por debajo de la rasante del terreno, sino que en parte afloran por encima de dicha rasante.

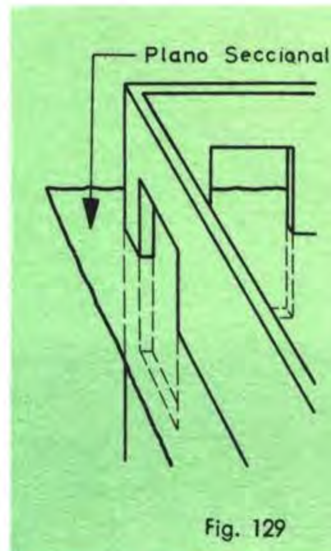


Fig. 129

Las secciones horizontales se consideran practicadas al nivel de media ventana.

Planta baja

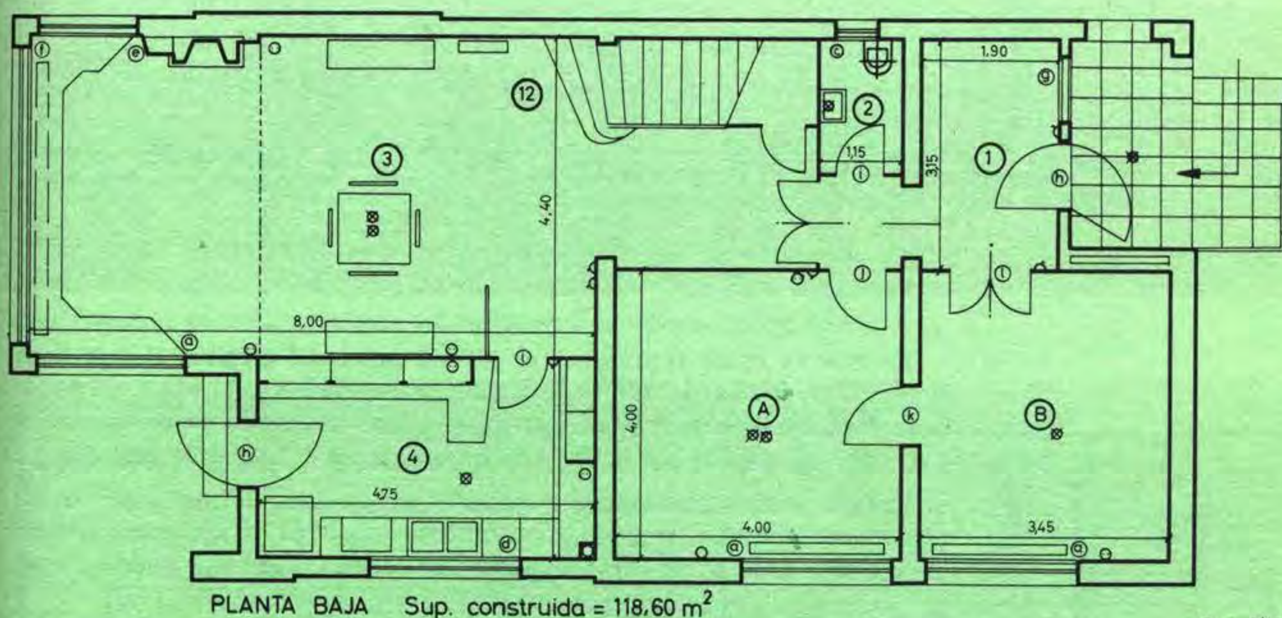


Fig. 130

PLANTA BAJA, que es la que se encuentra al nivel del terreno exterior al edificio, según la situación de la puerta de entrada.

Las plantas que citamos a continuación pueden o no permitirse, según sean las ordenanzas municipales del lugar de la construcción. Supongamos que trabajamos en una localidad en la que se permiten todos los tipos de plantas. En este caso, puede darse la circunstancia de que en el proyecto deben figurar las siguientes:

PLANTAS DE ENTRESUELO, que es la inmediatamente superior a la planta baja.

Siguen ahora las plantas de los pisos, en las que no cabe confusión.

Las plantas de los pisos se denominarán planta primer piso, planta segundo piso, planta tercer piso, etc., según representen la distribución interior del primer, segundo, tercer piso, etc., etc.

Sin embargo, lo que suele acontecer es que a partir del entresuelo, la planta de distribución de los pisos sea la misma para todos, en cuyo caso basta dibujar una sola planta que se titulará planta pisos (1.°, 2.°, 3.°, 4.° y 5.°, etc.), o bien planta tipo. (Fig. 131.)

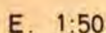


Fig. 131

La planta ático representa el último nivel del edificio al que llega el ascensor. Recuerde que la fachada correspondiente al ático retrocede de la fachada principal lo que permite el lado inclinado de un ángulo de 45° con vértice en el borde de la fachada principal. Eso es lo más común.

Planta sobreático. Aparece cuando por encima del ático se edifica una nueva planta a la que, generalmente, no llega el ascensor, aunque esta circunstancia no es constante. Es decir: también puede llegar.

	Dependencia	Sup. util	Sup. ilum
1	Vestibulo	5.98	2.79 m²
2	Aseo	1.06	0.50
3	Comedor Estar	40.86	8.36
4	Cocina Oficio	13.06	1.57
5	Distribuidor	8.40	0.90
6	Dormitorio	19.00	2.81
7	"	14.95	2.81
8	"	10.69	2.31
9	"	13.80	2.31
10	"	7.01	2.31
11	Aseo	2.67	0.50
12	Escalera	6.27	0.90
	Total =	143.75 m²	
	Local comercial		
A	Clinica dental	16.00	2.31
B	Sala espera	13.80	2.31
	Total =	29.80 m²	

En este cuadro, perteneciente a las dos plantas anteriores se indican los tipos de dependencias, su superficie útil y su superficie de iluminación.

Plantas de construcción

Estas plantas se refieren únicamente a los problemas constructivos, sin que en ellas se especifique el destino que se va a dar a los espacios que los elementos arquitectónicos pueden determinar por sí mismos. No confunda, pues, una planta de distribución, cuyo interés es únicamente volumétrico y funcional, con una planta constructiva, dibujada para que sobre ella puedan estudiarse y solucionarse los problemas netamente constructivos. Para decirlo con palabras llanas: estas plantas deben demostrar cómo se aguanta el edificio, no lo que debe existir dentro de él. Como toda planta, son secciones horizontales efectuadas por aquellos

niveles que afectan la máxima cantidad posible de elementos constructivos.

Como acontecía con las plantas de distribución, también aquí podemos hacer distingos según sea el nivel del corte horizontal a que se ha dibujado la planta constructiva. Así, podemos hablar de:

La PLANTA DE CIMENTACIÓN, que se obtiene por una sección horizontal al nivel de los cimientos, y que nos permite conocer sus dimensiones en planta, su planteo sobre el terreno para efectuar las excavaciones, la red de desagüe y también (aunque no siempre) el planteo del arranque de las paredes una vez se hayan realizado los cimientos.

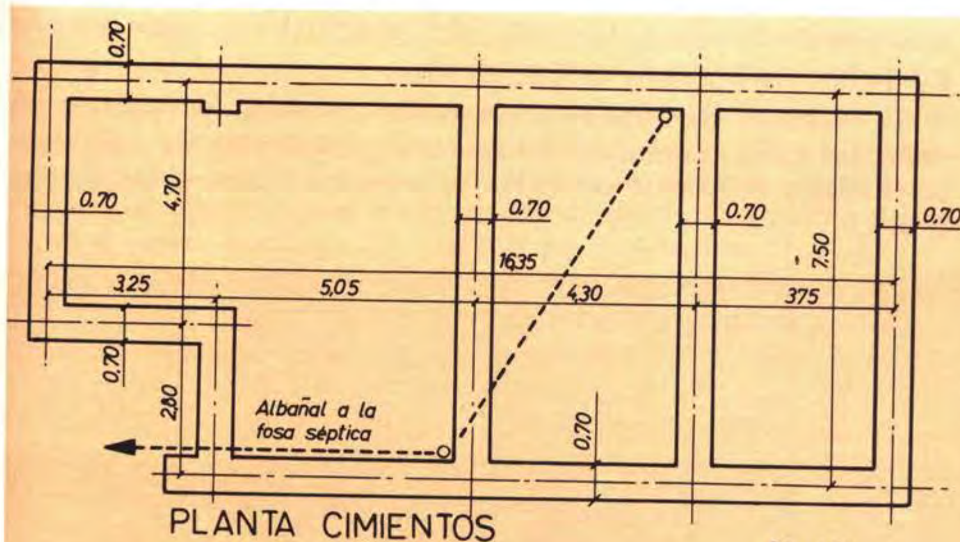


Fig. 132

Las PLANTAS DE ENVIGADO, que permiten estudiar la cantidad, distribución y dirección de las viguetas del forjado de cada piso con respecto a las paredes, pilares y jácenas sobre las que se apoyan. (Fig. 133.)

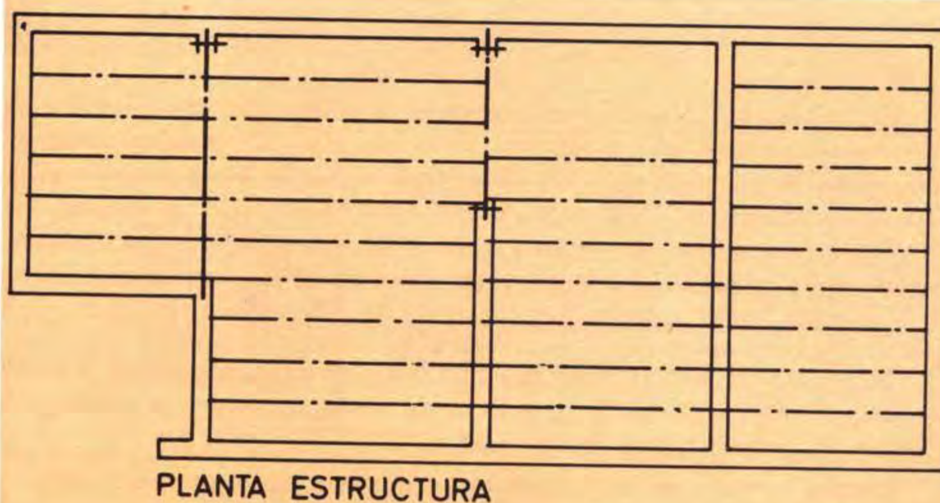


Fig. 133

En esta planta de envigado (llamada también de estructura) las viguetas se representan por líneas de trazo y punto situadas según su eje.

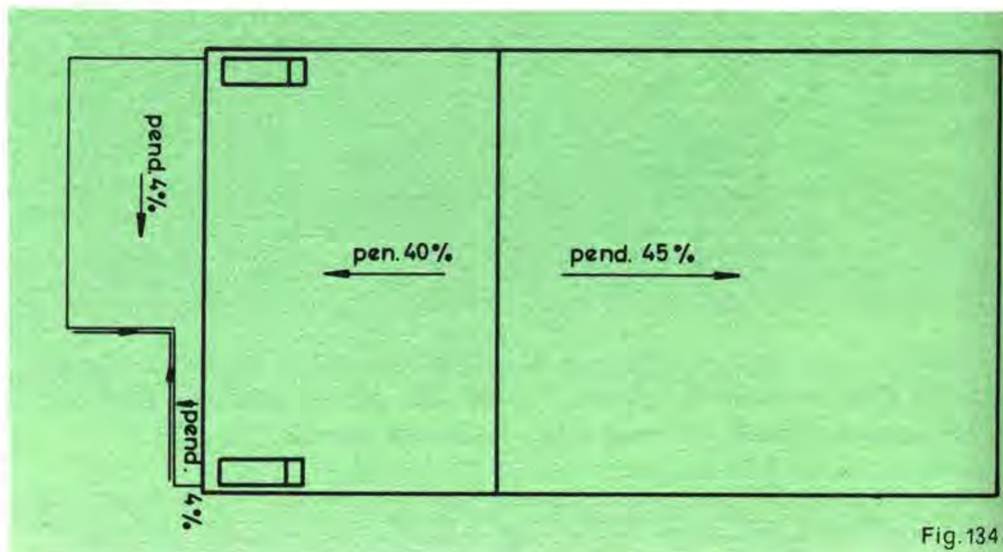
Con las plantas de envigado ocurre lo mismo que con las plantas de distribución; pueden necesitarse varias según los pisos de que conste el edificio. Así, podremos hablar de la PLANTA DE ENVIGADO DE LA PLANTA BAJA, cuando se refiera al entramado que separa los sótanos de la planta baja; de la PLANTA DE ENVIGADO DEL PRIMER PISO, del segundo, tercero, etcétera. En caso de que los entramados de los pisos sean todos iguales, se hablará únicamente de la PLANTA DE ENVIGADO DE ÁTICO y otra de SOBREÁTICO, según se trate de entramados que sostengan el pavimento del ático y del sobreático, respectivamente.

La PLANTA DE ENTRAMADO DE CUBIERTA existirá cuando se hayan proyectado terrazas y la edificación se cubra con tejado. Esta planta aparecerá exenta de tejas u otros materiales superficiales que impedirían ver y estudiar el entramado correspondiente.

La PLANTA DE CUBIERTA es la proyección horizontal que permite examinar las partes transitables destinadas a terrazas y las no transitables destinadas a claraboyas o tejados de lo patios interiores del edificio. (Fig. 134.)

PLANTA CUBIERTA

E. 1:100



Las pendientes indicadas en esta planta corresponden a la inclinación del tejado (40 % y 45 %) y del piso de la terraza para facilitar el desagüe.

La PLANTA DE INSTALACIONES permite estudiar las instalaciones de que estará dotado el edificio en proyecto. En ella pueden aparecer, por ejemplo, las conducciones de agua fría y caliente y sus desagües; las instalaciones de calefacción, de gas, electricidad (luz y fuerza), etc.

Estas plantas deben demostrar la situación exacta de los distintos aparatos de control y consumo, como pueden ser los contadores, enchufes, interruptores, conmutadores, puntos de luz, radiadores, etc.

La planta de instalaciones muchas veces se desglosa en dos, a fin de conseguir mayor claridad: la PLANTA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS y la PLANTA DE INSTALACIONES DE FONTANERÍA.

Hemos hablado de las proyecciones horizontales o plantas; pero usted sabe perfectamente que estas proyecciones no son suficientes para dar una idea total del edificio. Además de las plantas, necesitamos las

proyecciones verticales que demuestran aquellas características del edificio que se manifiestan en altura.

En los dibujos arquitectónicos, las proyecciones verticales se denominan ALZADOS O FACHADAS.

Por otra parte, asi como llamamos plantas a las secciones horizontales, las secciones verticales de un edificio se denominan simplemente SECCIONES.

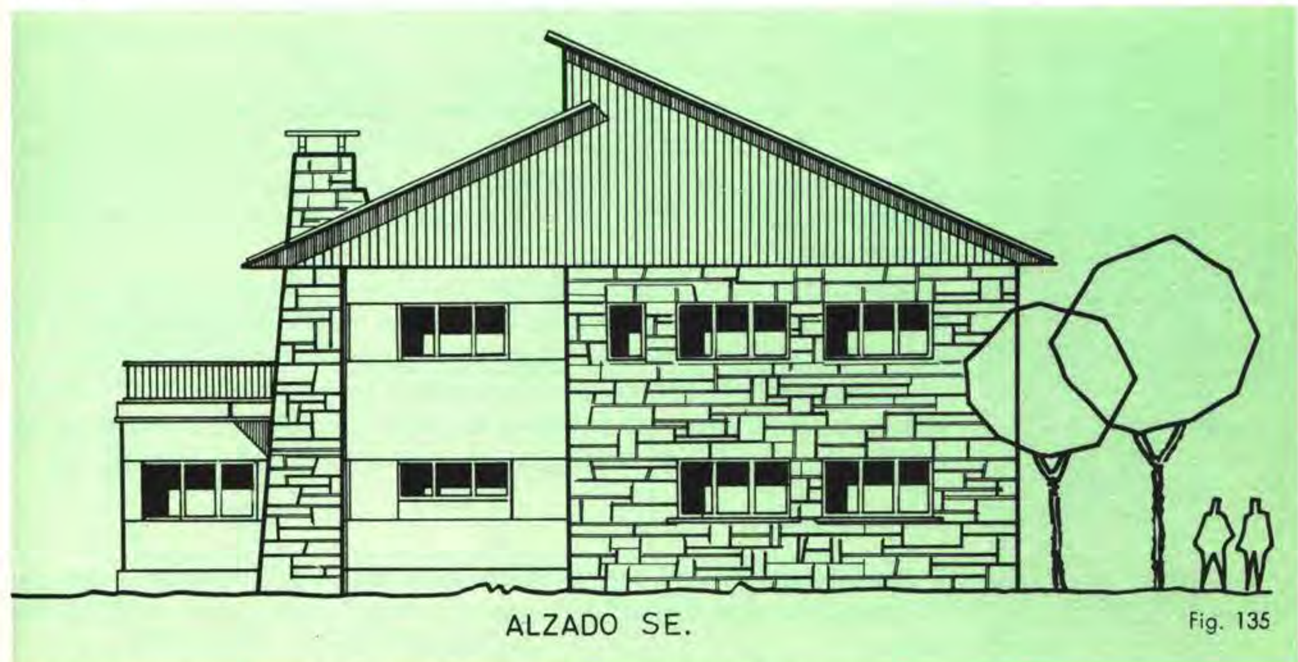
Hagamos una breve reseña de los alzados y secciones posibles en su proyecto.

Alzados y secciones

A cada fachada del edificio corresponde un alzado; y lo mismo ocurre con los patios interiores. Se trata, pues, de confeccionar el plano correspondiente de todas las paredes de fachada que puedan existir en la edificación que se proyecta. Como ya hemos dicho en otras ocasiones, estas fachadas, en el plano, se rotulan dándoles distintas denominaciones, que, en todos los casos, deben servir para distinguirlas y saber situarlas en el espacio conforme a la realidad que se pretende conseguir.

Así, podemos distinguir las fachadas, de acuerdo con su situación geográfica, rotulando en el plano ALZADO O FACHADA NORTE, ALZADO SUR, etc., y también ALZADO NE, ALZADO SE., si son éstas las orientaciones de las fachadas.

Lo que sí se evita es una denominación demasiado exacta de la orientación de una fachada, cosa que ocurriría por ejemplo, si a una fachada la rotulásemos como fachada ESE, o fachada NNE., etc. Una orientación tan precisa no es necesaria, porque ya viene dada en la planta de situación del solar, mediante la correspondiente flecha de indicación del Norte.



Este es un bello ejemplar de alzado. Pertenece a la fachada SE. de una casa residencial.

A título ilustrativo añadimos el alzado opuesto al que figura en la página anterior, o sea, el alzada NO.

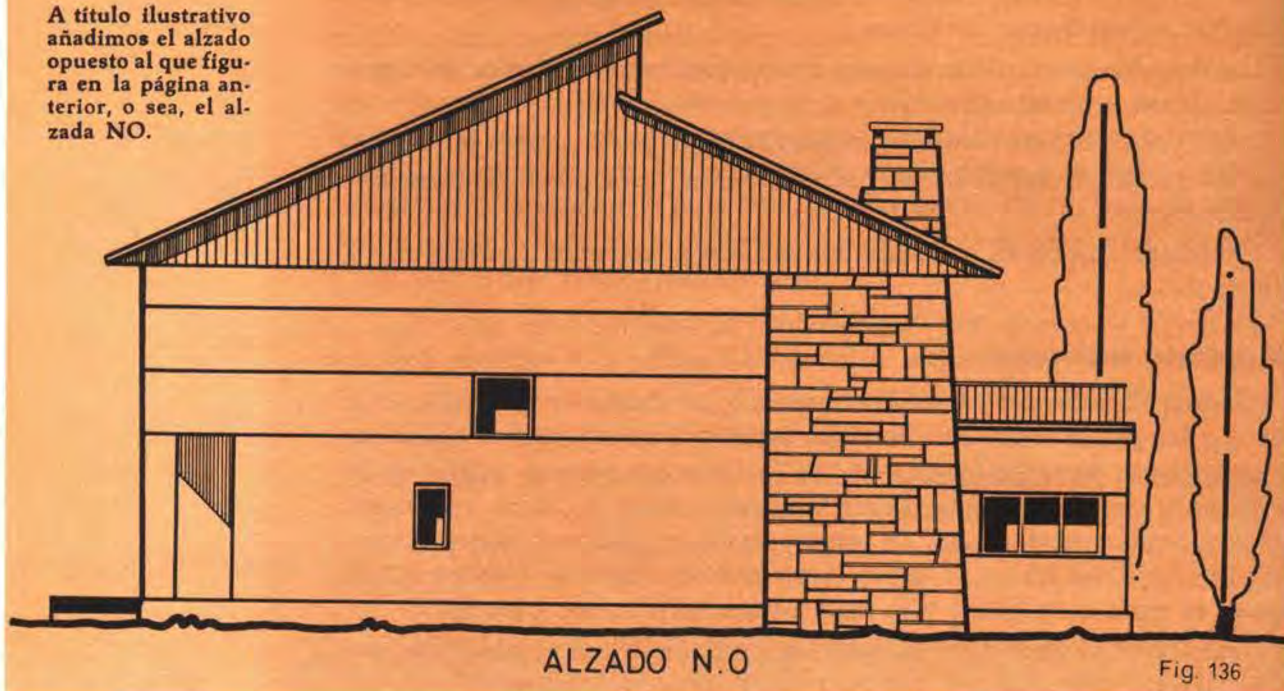


Fig. 136


Fachada principal de un edificio de varios pisos

Fig. 137

También pueden rotularse las fachadas como ALZADO FRONTAL O ALZADO ANTERIOR, ALZADO POSTERIOR y ALZADO LATERAL. En todos los casos se puede sustituir la palabra *alzado* por la palabra *fachada,* sobre todo cuando el edificio se relaciona con las vecindades futuras.

Cuando se trata de un edificio situado en la alineación de una calle, es suficiente rotular FACHADA, para que se sobrentienda que se trata de la fachada principal, única en este caso.

En el caso de un edificio aislado o con más de una fachada se recurre a la rotulación de fachada principal, fachada posterior (que muy posiblemente dará a un patio de manzana), fachada lateral, etc.

Es muy corriente que los arquitectos pidan denominar las fachadas con el nombre de las calles a que darán frente. Así, por ejemplo, cuando en un edificio existe una fachada en la calle Molina y otra en la avenida Samaniego, se rotularán como FACHADA CALLE MOLINA y FACHADA AVENIDA SAMANIEGO.

En cuanto a las fachadas de patio, si son de pequeña superficie horizontal, lo que se hace es representarlas por medio de un desarrollo, en vez de hacerlo por alzados separados. Debe considerarse que el patio es un prisma recto (como casi siempre ocurre) y proceder a su desarrollo. Entonces, en el plano se rotula DESARROLLO DE PATIO A, DESARROLLO PATIO B, etc., o según las denominaciones adoptadas para distinguirlos.

Las secciones

En todo proyecto deben figurar las secciones que demuestran aquellas particularidades de la obra que no pueden demostrarse mediante los alzados.

Para determinar cuáles deben ser los planos de corte verticales, deben estudiarse las plantas de las que se deducen aquellos planos seccio-

nales que dejarán al descubierto, por decirlo así, el máximo de elementos de interés.

Generalmente se utilizan planos de corte transversales y longitudinales al edificio, en cuyo caso, a efectos de la rotulación, se citan como SECCIÓN LONGITUDINAL y SECCIÓN TRANSVERSAL.

Si hay más secciones, o bien si es difícil distinguir a simple vista, las mencionadas, se rotulan como SECCIÓN A-B y SECCIÓN C-D, siempre de acuerdo con las letras rotuladas que aparecerán en la planta junto a los trazos que indican la situación del plano de corte.

Es frecuente que las secciones se representen fragmentadas, concretándose sólo las partes dignas de interés, observación y estudio de problemas constructivos, que son las que realmente motivan una sección. Las secciones totales pocas veces tienen una utilidad absoluta. Sólo en edificios muy complejos se justifican como dibujos de verdadera utilidad.

Lo que más frecuentemente motiva una sección es el estudio de escaleras (algunas veces se precisa más de una sección), la comparación entre gruesos de paredes en los distintos pisos, la distancia entre pisos y techos, etc.

Los planos de corte también pueden ser quebrados a fin de tener en una misma sección lo que con planos rectos representarían dos o más. En estos casos se rotula una letra en cada vértice de la quebrada que representa en planta la situación del plano quebrado seccional. Luego, en la sección se pondrá un rótulo que diga, por ejemplo, SECCIÓN A-B-C-D-E, etcétera, etc.

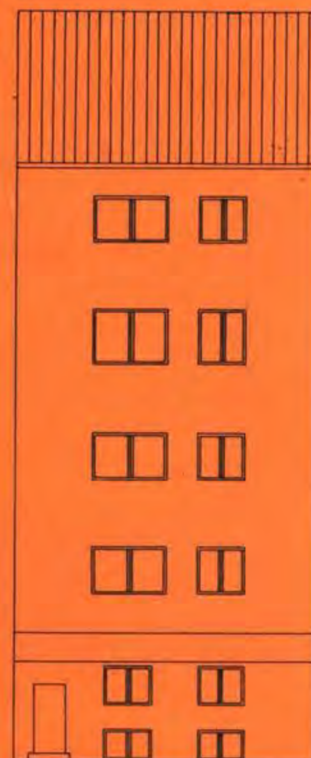
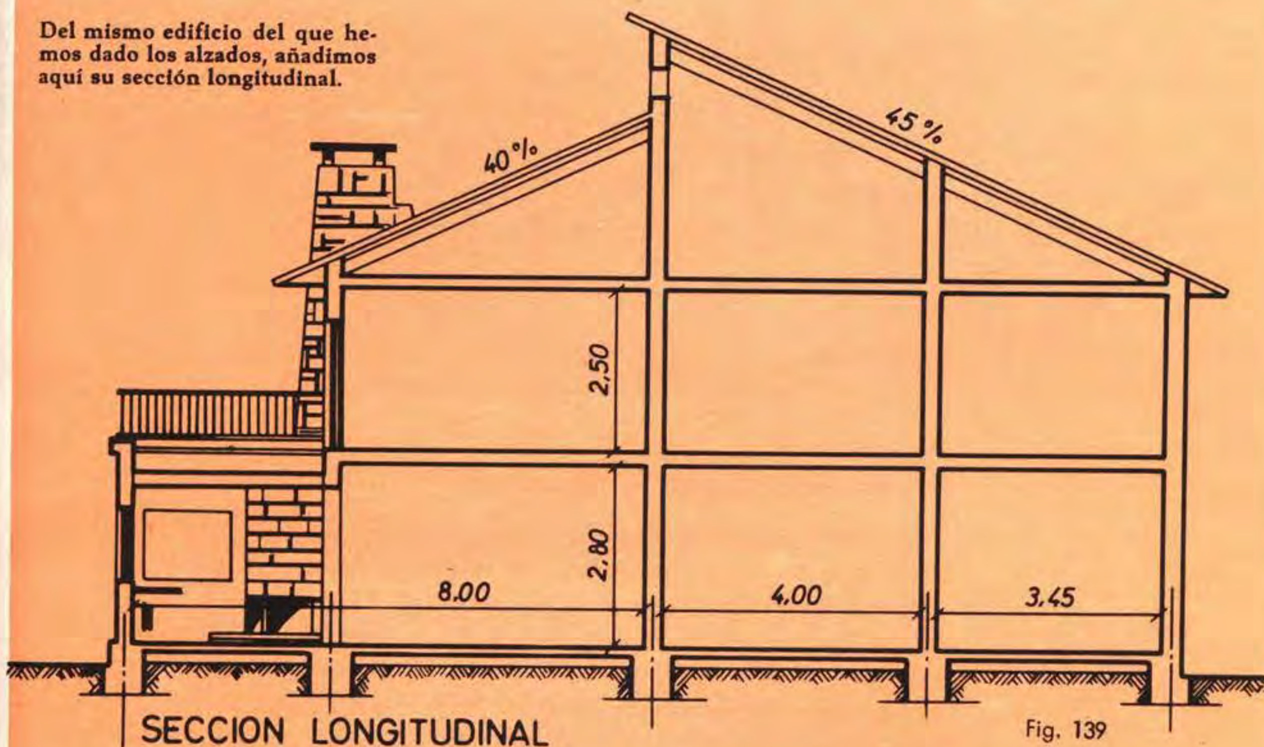

FACHADA POSTERIOR

Fig. 138



Del mismo edificio del que hemos dado los alzados, añadimos aquí su sección longitudinal.

Fig. 139

Planos de detalle

No siempre son suficientes las representaciones hasta aquí descritas, puesto que algunas veces sucede que la escala de reducción que debe emplearse no permite representar con suficiente detalle alguna parte del edificio que por su interés, tanto constructivo como ornamental, requiere una representación gráfica inequívoca y exacta. En estos casos se recurre a un plano especial del detalle a destacar, plano que se dibuja a una escala de poca reducción e incluso a tamaño natural si la importancia y tamaño del detalle así lo requiere.

Los dibujos de detalle vienen motivados casi siempre por las soluciones a adoptar respecto a estructuras, detalles de instalación o montaje de elementos prefabricados, estudios de acabados y decoración, elementos de carpintería, de cerrajería, etc. (Fig. 140)

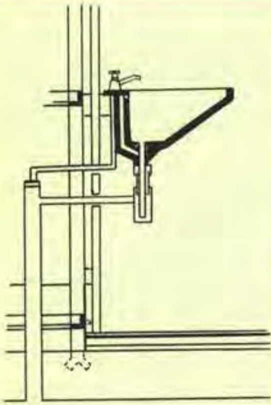


Fig. 142

Proyecciones axonométricas

Este tipo de proyección es eminentemente útil cuando, por las características del edificio, se precisaría gran cantidad de secciones. Muchas veces una sola proyección axonométrica del edificio es suficiente para demostrar lo que requeriría cuatro o más distintas. (Fig. 141.)

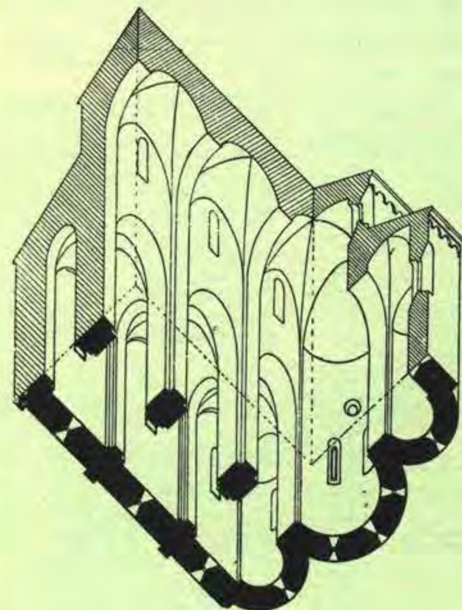


Fig 141

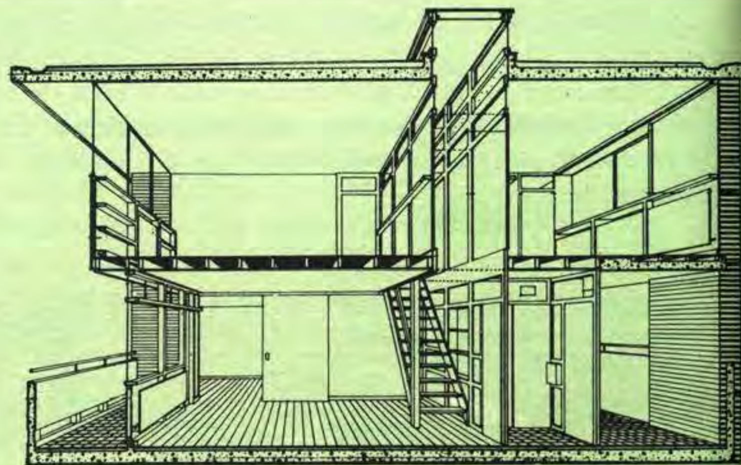


Fig. 140

La figura 141, es la perspectiva axonométrica seccionada del interior de un templo románico de tres naves. Observe la gran claridad interpretativa de este tipo de representaciones. La figura 142 es una perspectiva cónica seccionada de un interior con dos plantas.

OTROS DOCUMENTOS GRAFICOS

Como complemento de los planos pueden considerarse LAS PERSPECTIVAS, que nos dan una visión real (digamos fotográfica) del aspecto que ofrecerá la edificación una vez terminada. Estos dibujos no son de carácter técnico, pero pocas veces dejan de incluirse en un proyecto, sobre todo para satisfacer la curiosidad de los profanos (el cliente entre ellos) que desean saber cómo será lo que nos han encargado, ya que por su desconocimiento del dibujo técnico no pueden captar plenamente el significado de los planos. (Fig. 142.)

Cuando la importancia del edificio lo hace aconsejable, se recurre a la construcción de una maqueta o representación en tres dimensiones del edificio. Es, por decirlo así, el edificio en miniatura. Hay maquetas que por su perfección son verdaderas obras de arte.

Otros gráficos como son, por ejemplo, los diagramas de cálculos estáticos que pueden formar parte del proyecto, se adjuntan como ilustraciones de las memorias y, por lo tanto, no figuran entre los planos.



LAS ESCALAS

Digamos, para terminar, cuáles son las escalas más recomendables para cada uno de los planos de un proyecto.

Para los planos de emplazamiento o situación se recomiendan las siguientes escalas, según la extensión de los terrenos a representar:

Escala 1 : 1.000, Escala 1 : 500 y Escala 1 : 200

Para la representación de plantas, alzados y secciones:

Escala 1 : 100 y Escala 1 : 50

En los planos de detalle pueden usarse las escalas normales, desde la escala 1 : 20, hasta la escala 1 : 2'5, sin olvidar la escala natural (tamaño real) o escala 1 : 1.

Ya sabe cuáles son los documentos que pueden formar parte de un proyecto completo y sus características más acusadas. Observe que decimos *proyecto completo,* con lo cual queremos significar que no siempre un proyecto requiere tal cantidad de documentos escritos y grafiados; todo depende de la importancia de la edificación.

Y ahora, permítame terminar glosando lo que he dicho al principio de este capítulo:

Se planifica para estudiar todos los aspectos de la construcción a realizar, cosa que obliga al *estudio* y *previsión* de los posibles problemas que *podrían* surgir a lo largo de la ejecución de la obra. Le advierto que, en construcción, improvisar sobre la marcha, con la traba que representa parte de la edificación ya realizada, nunca conduce a soluciones aceptables. Ocurre, las más de las veces, que en lugar de mejorar las obras, lo que hacemos es impedir la solución de otro problema que sí se había previsto de antemano. Esta circunstancia (se lo dirán todos los expertos) se ha presentado muchas veces cuando, habiendo estudiado sobre el plano las escaleras, chimeneas y espacios disponibles para muebles, se ha querido variar en algo la solución en principio aceptada. En estos casos, rara vez se ha conseguido una solución mejor, y en cambio casi siempre ha ocurrido lo contrario: alcanzar un resultado mucho peor.

Se planifica para prever las buenas y adecuadas soluciones... ¡y para preverlas a tiempo!



Prácticas de dibujo en construcción 3

DIBUJO DE PAREDES DE LADRILLO: SU REPRESENTACION EN EL PLANO

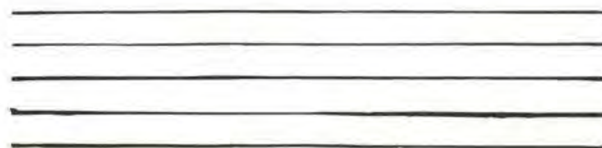
Lo dicho para la representación gráfica de las fábricas de piedra, en líneas generales sirve también para las de ladrillo: debe dibujarse cada pieza por separado, de modo que las juntas queden representadas por espacios en blanco. Los ladrillos, pues, deberán dibujarse separadamente uno por uno. Esta posibilidad, pero, queda limitada para aquellos dibujos cuya escala no implica una gran reducción como son las escalas 1:20, 1:10, 1:2, empleadas en los dibujos de detalles.

Pero, si un plano dibujado a escala 1:200, por ejemplo, intentásemos proceder del mismo modo, evidentemente nos encontraríamos ante el inconveniente de la pequeñez de los ladrillos, cuya representación total implicaría un trabajo de extremada paciencia y siempre de dudoso resultado. Es por ello que, al representar paredes de ladrillo, se busca más el efecto general que la minuciosidad de un dibujo en que se detallen cada una de las piezas del paramento. Se trata de encontrar el sistema para que ante el plano de una fachada, por ejemplo, el espectador tenga la evidencia inmediata de estar contemplando una fábrica de ladrillo.

Si consideramos que en este tipo de obras dominan las líneas contínuas, deberemos llegar a la conclusión de que lo realmente dominante en una fábrica de ladrillo son las juntas horizontales o tendeles.

En consecuencia, para representar paredes en las que el ladrillo queda visto, nos limitaremos a trazar las juntas horizontales: los tendeles. Con ello alcanzaremos una notable simplificación del dibujo.

Los tendeles se representan mediante líneas negras, cosa que parece perfectamente justificada si tenemos en cuenta que las juntas, por norma general, se dejan degolladas produciéndose sombra en su interior. El espacio blanco entre tendel y tendel es lo que, en el dibujo, se considera ocupado por el ladrillo.



Esta es la solución; el espacio blanco representa lo ocupado por los ladrillos. Las líneas horizontales son los tendeles.

Para que estas líneas horizontales den una inmediata sensación de *fábrica de ladrillo* , es necesario que entre el grosor de las líneas horizontales que representan lo tendeles y el espacio blanco que queda entre dos de ellas representando los ladrillos propiamente dichos, se guarde la proporción debida. Es decir: teniendo en cuenta la escala del dibujo, debe procurarse que el grueso de la línea se ajuste en lo posible al grueso que, a escala, corresponde a las juntas. El espacio blanco entre línea y línea debe corresponder también a escala al grueso de los ladrillos.

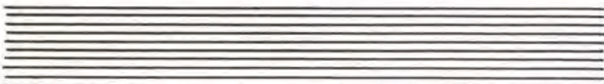
Vea en forma gráfica el efecto que producen dibujados a rigurosa escala, las líneas horizontales y los espacios en blanco prescindiendo de las llagas. Compare el efecto producido por estas líneas que mantienen las proporciones adecuadas en relación a sus gruesos y espacios en blanco con el de los diversos ejemplos en los que las proporciones han variado. Vea cuándo se ha conseguido la sensación pretendida y cuándo se ha frustrado el intento. (Pág. sig.)



La faja blanca es prácticamente igual al grueso de la línea. Demasiado oscuro.



Faja blanca aproximadamente igual 1 a 1'5 veces el ancho de línea. Solución aceptable.



Faja blanca aproximadamente igual 2 veces el ancho de la línea. Todavía aceptable.



Faja blanca de 2'5 a 3 veces el grueso de línea. Corresponde a una proporción real, pero no parecen ladrillos, sino tablas horizontales.

Entiéndase, empero, que si hemos indicado unas medidas, no es para que en cada plano deban señalarse previamente las separaciones requeridas. Nadie pierde tanto tiempo. Hemos indicado las medidas para que pueda observar los buenos o malos resultados obtenidos según las distintas proporciones y para que, cuando ponga en práctica este tipo de dibujo, intente proporcionar la separación y grosor de los tendeles para obtener una sensación inmediata de *pared de ladrillo* sin necesidad de tomar medidas, sino trabajando *a ojo*.

Si se trata de representaciones de paredes de ladrillo a escalas de mucha reducción, nunca se ajustarán los gruesos de las líneas y los espacios intermedios de acuerdo con la escala del dibujo. Tal ajuste, a escala 1:200, por ejemplo, representaría un trabajo de verdadera filigrana que no todo el mundo está en condiciones de ejecutar y que, aun en el supuesto de existir tal posibilidad por parte del proyectista, implicará una pérdida de tiempo demasiado considerable para que pueda admitirse.

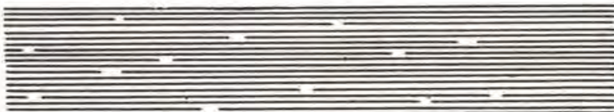
Claro que entre el todo y el nada siempre hay un término medio; y si bien no es necesario ajustar las proporciones de gruesos y blancos al valor que exige una escala de mucha reducción, el sentido común nos obliga a mantener unas proporciones más o menos aproximadas. Interesa por encima de todo que a la primera ojeada echada sobre el plano podamos identificar el material; es decir: que con toda rapidez se comprenda que se trata de una pared de ladrillo.

Conseguir esta apariencia requiere una práctica considerable adquirida gracias a las muchas pruebas realizadas, sobre todo a escalas en las que se obliga esta manera de representar los ladrillos. A escala 1:200, 1:100 y 1:50, se emplea este sistema de representación que se limita al trazado de líneas horizontales.

Cuando se trata de grandes superficies, en las que un seguido de líneas continuas daría excesiva monotonía al dibujo, se opta por romper esta continuidad. Los tendeles se representan discontínuos, pero ¡sin abusar! Observe como una reiteración del recurso produce resultados francamente repelentes. Siempre es preferible trazar líneas contínuas que exagerar la discontinuidad de las mismas.



Los espacios demasiado cortos o demasiado largos restan calidad al dibujo.



Un abuso en la rotura de las líneas horizontales hace que el dibujo pierda seriedad.



Esta es una solución correcta; interrupciones que dan un blanco de forma cuadrada y con frecuencia justa.

Que esta posibilidad (líneas discontínuas) proporcione resultados satisfactorios depende únicamente de la *gracia* del dibujante. Es algo que ni se vende ni se enseña, sino que siendo un detalle netamente estético entra en el campo de lo subjetivo.



Finalizamos estas consideraciones sobre la manera de representar muros de ladrillo visto adjuntando un ejemplo a dos escalas distintas. Advierta cómo la proporción entre los tendidos y el espacio blanco (ladrillos) es la correcta.

Escala 1 : 200

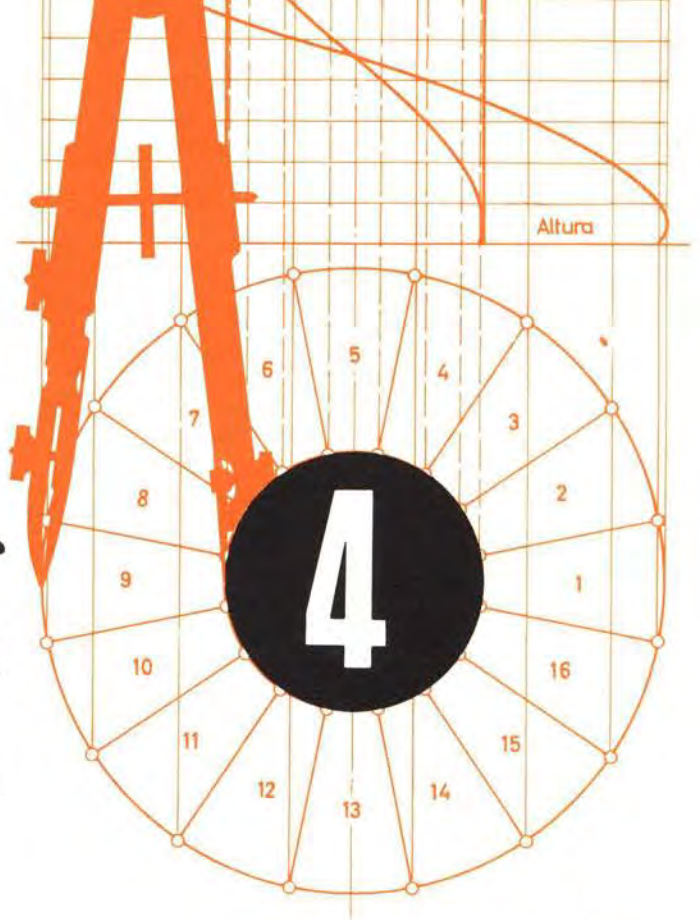


Escala 1 : 100

DC 19

DG 36

Proyectar es fácil





AFHA

CONSTRUCCION

Lección 4
TECNOLOGIA
Cimentaciones
Estudio general de los cimientos

Lección 4
PRACTICAS DE DIBUJO
La perfección en el dibujo técnico
El croquis en arquitectura

Tecnología y cálculos de la construcción 4

CIMENTACIONES
ESTUDIO GENERAL DE LOS CIMIENTOS

CIMENTACION

Con este título general empezamos un capítulo dedicado íntegramente al estudio de la cimentación de un edificio. Entendemos por cimentación las partes más inferiores de una construcción, los soportes sobre los que descansa el edificio entero y que transmiten al terreno todas las cargas que sobre ellos gravitan.

Sobre los cimientos actúan distintas cargas o pesos, que, por poco que meditemos, podemos dividir de la siguiente manera:

Peso propio de la construcción (peso total de los materiales que la componen).

Carga útil depositada en la misma (peso del mobiliario, de los habitantes, del utillaje propio del tipo de edificio, etc.).

Cargas eventuales y posibles (mayor concurrencia de personas, cargas debidas a la nieve o al viento, etc.).

EL TERRENO

Todas estas cargas pueden afectar los cimientos y éstos las transmitirán al terreno. Puesto que el terreno será en definitiva quien soporte el edificio, debemos preguntarnos: ¿Hasta qué punto un determinado terreno puede admitir una carga, sin que se produzca su asentamiento o sin que la carga penetre en el terreno?

Todo terreno que soporta una carga queda expuesto a un esfuerzo de compresión que lo empuja hacia abajo. Esta acción compresora queda contrarrestada por la resistencia de las capas más profundas del terreno a dicha compresión. Esa resistencia no permite que las capas más superficiales sigan bajando a causa de la presión del edificio. Cuando las capas superiores permanecen estables, cuando deja de tener efectividad la acción compresora que sobre ellas actúa; se dice que el terreno se ha asentado.

No tener en cuenta este importantísimo detalle daría lugar a que las cargas penetrasen en el terreno.

De ahí que sea una condición indispensable conocer la naturaleza del terreno donde se va a construir, con objeto de evitar futuras imperfecciones al edificio.

Los estratos más superficiales del terreno (lo acabamos de decir) suelen tener una consistencia muy escasa, siendo preciso buscar a mayor o menor profundidad (dependerá de las características geológicas del lugar de la construcción) un estrato cuya resistencia a la compresión sea proporcionada al valor de la carga que deberá resistir. Esta resistencia se acostumbra a dar en Kg por cm^2.

Queda explicada la primera consideración importante: LAS DIVERSAS CLASES DE TERRENOS SE COMPORTAN DE FORMA MUY DISTINTA EN RELACIÓN A LAS CARGAS QUE DEBERÁN SOPORTAR PROVINENTES DEL EDIFICIO CONSTRUIDO SOBRE ELLOS.

Los terrenos, según su resistencia a la compresión se clasifican en buenos, malos y medianos, calidad que, naturalmente, depende de la naturaleza misma del terreno. Una tabla muy simple nos resumirá cuantas consideraciones podamos hacer sobre las características del terreno en vistas a una futura edificación.

LA NATURALEZA DE LOS TERRENOS Y SU RESISTENCIA A LA COMPRESION

Resistencias	Naturaleza del terreno			
	Compactos	Sin cohesión	Coherentes	Otros tipos
BUENOS De 3 a 30 Kg/cm^2	Roca	Cantos rodados Grava Gravilla Arena y grava	Arcilla seca Barro seco Marga seca	
MEDIANOS De 1'5 a 3 Kg/cm^2		Arena mediana Arena fina	Arcilla húmeda Barro húmedo Marga húmeda	
MALOS De 0 1'5 Kg/cm^2				Tierra vegetal Marga con guijarros Arena muy fina Limo, lodo, turba, tierra de pantanos, tierras vertidas

PELIGROS A QUE PUEDE QUEDAR EXPUESTO UN EDIFICIO DEBIDO AL TERRENO DE CIMENTACION

Tenemos los terrenos clasificados en buenos, medianos y malos, según sea su resistencia a la compresión: la que ejerce sobre ellos el peso del edificio que al gravitar sobre los cimientos, afecta el terreno de cimentación. Este terreno, si los cimientos están mal calculados, puede afectarlos por una de estas cuatro causas:

Asientos inadmisibles
Fractura del terreno
Deslizamientos
Inclinaciones

ASIENTOS INADMISIBLES

Imagine que tiene una silla situada sobre un piso de piedra y que usted se sienta sobre esta silla. ¿Qué sucederá?... Pues absolutamente nada: el piso es suficientemente duro y resistente como para soportar el peso de la silla y el de usted, una vez sentado en ella.



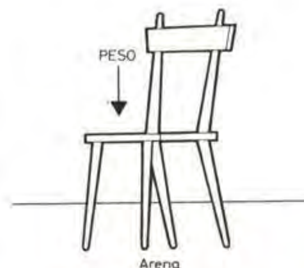
Pavimento de piedra

Pero piense por un momento que la silla se encuentra situada sobre la arena de una playa. En este caso, es evidente que, al sentarse usted en ella, las cuatro patas de la silla se hundirán en la arena, puesto que este terreno arenoso no tiene suficiente consistencia para soportar la presión del peso de usted sumado al propio de la silla.

La silla se hundirá hasta cierto límite, y aumentará el hundimiento si existe trepidación, es decir: si la persona sentada se mueve y provoca oscilaciones a las patas del mueble.

Observe que hemos hablado de un límite para este hundimiento de las patas de la silla. ¿Cuándo llegará este límite?... Diremos que la silla dejará de hundirse en la arena cuando el terreno se haya asentado, circunstancia que se produce cuando por la misma presión de las patas sobre el terreno, éste se hace más compacto, llegando a contrarrestar el esfuerzo de compresión que actúa sobre él.

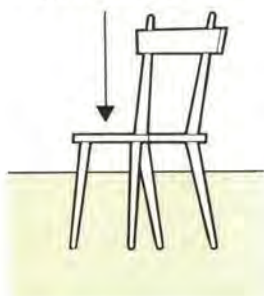
LOS ASIENTOS SUELEN PRODUCIRSE AL HACERSE MÁS COMPACTA LA CAPA DE TERRENO EXISTENTE DEBAJO DE LOS CIMIENTOS COMO RESULTADO DE LA PRESIÓN EJERCIDA POR EL PESO DE LA OBRA. EL TERRENO CEDE BAJO EL PESO QUE LE TRANSMITE LA PLANTA DE CIMENTACIÓN, PLANTA QUE CON TODO EL EDIFICIO ENCIMA SE INTRODUCE MÁS O MENOS EN EL TERRENO, SEGÚN LO QUE TARDE EN LLEGAR EL ASENTAMIENTO.



Arena

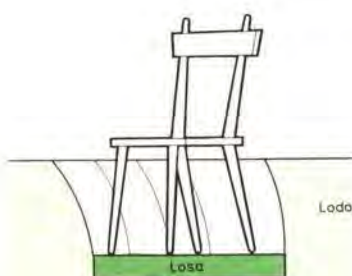
Generalmente, los asientos uniformes (los que se producen por igual en todos los puntos de la planta de cimentación) no entrañan ningún peligro para el edificio, pero no así los asientos irregulares que son los responsables de que en el edificio se produzcan peligrosas grietas.

La duración de los asientos es muy variable: En terrenos no coherentes suele detenerse una vez terminada la obra y una vez aplicada sobre ella la carga útil. En cambio, en terrenos coherentes, es frecuente que el asiento dure decenios y aun siglos.



FRACTURA DEL TERRENO

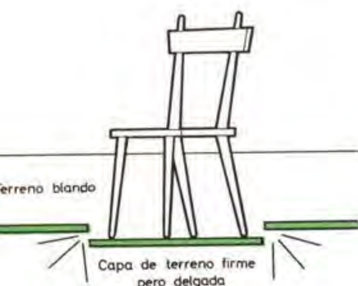
Sigamos con nuestra silla e imaginemos que la situamos sobre una delgada losa de piedra. Esta losa hará las funciones de los cimientos y su efectividad será una u otra según la naturaleza del terreno. Pensemos en el peor de los casos y digamos que la losa, sobre la cual descansa la silla, está situada encima de una capa de lodo. Sentémonos encima de la silla y... ¿qué ocurrirá?... sencillamente que, con el peso, el terreno queda cortado como si se tratase de un bloque de mantequilla en pleno verano.



No podemos confiar demasiado en la existencia de una capa más profunda de terreno resistente por cuanto aun en el supuesto de que realmente exista tal capa, puede resultar de un grueso muy pequeño, incapaz de resistir sin romperse el peso de la silla y de su ocupante.

La fractura del terreno se produce cuando la carga rebasa la resistencia a la cortadura del terreno de cimentación. La obra actúa exactamente igual que un cuchillo que cortase el terreno de cimentación. Bajo la obra, la cohesión del terreno es menor que el peso que debe soportar y cede. La obra se hunde repentinamente a lo largo de superficies de deslizamiento algo curvadas, aumentando el peligro en terrenos no coherentes con granulometría fina, puesto que en ellos disminuye la fricción entre cimientos y terrenos, fuerza que en cierto modo evita el hundimiento.

Para evitar la fractura del terreno de cimentación, no hay otro remedio que procurar unos cimientos más anchos y más profundos. Más anchos porque con ello repartimos el peso del edificio sobre una mayor superficie,con lo cual reducimos el número de Kg por centímetro cuadrado. Más profundo porque con esta providencia aumentamos la superficie vertical de fricción, llegando, además, a un estrato más profundo del terreno, donde suele encontrarse una mayor consistencia.

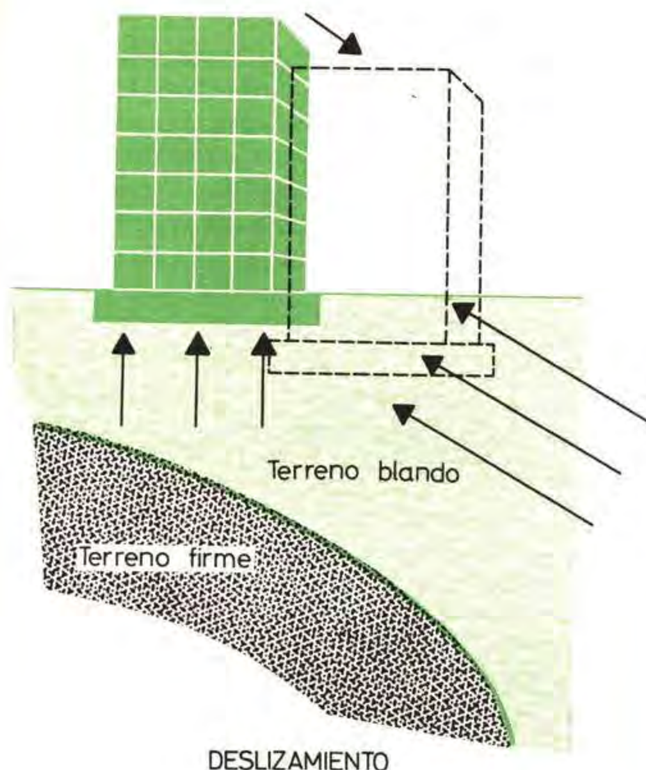


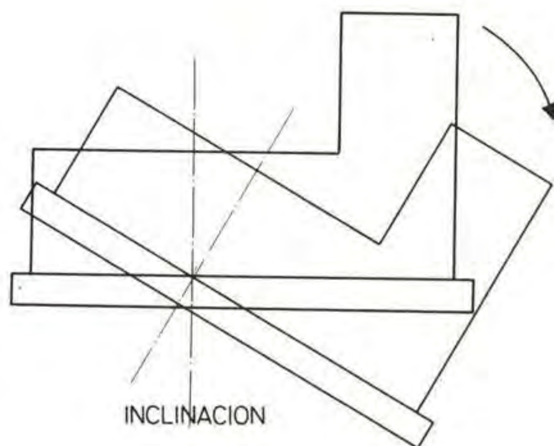
DESLIZAMIENTOS

Puede ocurrir que por debajo de una capa de terreno más o menos blando exista un terreno firme cuyo límite superior resulte ser una superficie inclinada. En estos casos es posible que además del hundimiento propio de un proceso de asiento, predominen fuerzas de tendencia horizontal con lo cual el edificio se moverá según una resultante inclinada. Se habrá producido un deslizamiento que se produce con mayor facilidad en las pequeñas cimentaciones que en las de gran superficie porque en las primeras las cargas quedan más concentradas y gravitan con mayor fuerza.



Los deslizamientos son fenómenos que se dan con poca frecuencia, precisamente por requerir la existencia de un terreno duro en forma de plano inclinado situado por debajo de las capas que afecten la cimentación, casualidad que la naturaleza no prodiga a menudo. Ante la aparición de un terreno con estas características, deberá ampliarse la superficie de la cimentación para que las cargas resulten menos centradas evitando que alcancen el plano inclinado de la zona de terreno duro.





Las presiones debidas a las zonas de terreno blando y de terreno duro pueden dar lugar a un deslizamiento o a una inclinación. Lo segundo sucederá cuando la carga que gravita sobre los cimientos es excéntrica.

INCLINACIONES

La inclinación es otro peligro al que puede verse expuesto un edificio cuando los cimientos no están calculados en previsión de cargas excéntricas. Ante la existencia de este tipo de cargas se origina un eje de giro situado generalmente por debajo del plano inferior de la cimentación. A un lado de este eje gravitan mayores fuerzas que en el otro, produciéndose la inclinación de la obra.

OTROS FACTORES

El terreno colindante con la cimentación del nuevo edificio también tiene su repercusión en la resistencia del mismo. La nueva cimentación debe protegerse contra posibles desmoronamientos en los terrenos colindantes, así como contra posibles corrientes de agua que descarnando los cimientos del nuevo edificio reducirían su espesor respecto a la superficie del terreno.

MATERIALES APTOS PARA LA REALIZACION DE LAS CIMENTACIONES

Por su continua permanencia por debajo de la superficie del terreno en que se edifica, los cimientos quedan perpetuamente expuestos a la acción de la humedad y, algunas veces, a la acción corrosiva de sustancias químicas que atacan los materiales propios de una construcción. Por lo tanto, los materiales que se empleen en la cimentación de un edificio deben ser tales que resistan ambas acciones: la humedad y la acción química de algunos agentes que puedan entrar en la composi-

ción del terreno. Y como primera providencia se emplearán siempre conglomerantes hidráulicos; sólo éstos son capaces de fraguar bajo la acción de la humedad y, con frecuencia, dentro del agua. En este último caso, cuando los cimientos deben quedar sumergidos en agua, se emplea exclusivamente mortero y hormigón de cemento portland.

Lo más corriente es que los cimientos se construyan por una de las técnicas siguientes:

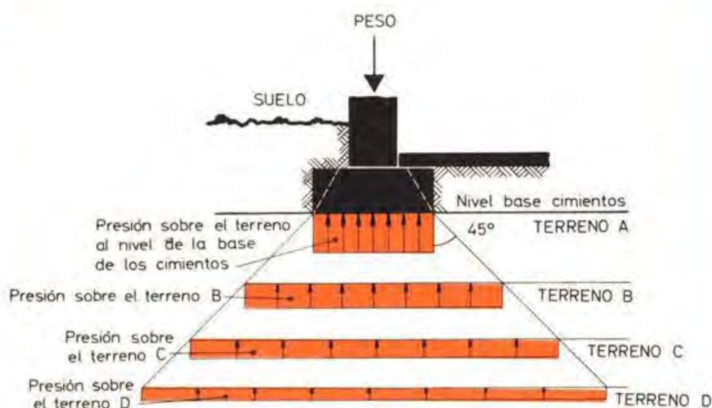
1. — De mampostería, con mortero de cal hidráulica o de cemento portland.

2. — Con bloques de hormigón y ladrillos muy cocidos (ladrillos recochos), ya que el ladrillo ordinario, a la larga, no resiste la acción de la humedad.

3. — De hormigón en masa, con positivas ventajas sobre la mampostería y los bloques de hormigón y ladrillo recocho. Sobre la mampostería tiene la ventaja de su mayor resistencia, homogeneidad e impermeabilidad y sobre los bloques de hormigón y ladrillo (además de los ya apuntados) tiene la enorme ventaja de no tener que excavar el espacio necesario para el trabajo de aparejar las distintas piezas.

Al hablar del fenómeno del asiento de un terreno, se ha dicho que una de las formas de contrarrestar el hundimiento del terreno de cimentación era dar mayor extensión al cimiento. Con ello, la carga unitaria (Kg/cm^2) se reducía tanto más cuanto mayor fuese la superficie de la cimentación. Es decir: la anchura de los cimientos debe estar en relación con la carga que deben soportar (a mayor carga más anchura) y también en relación con la presión admisible sobre el terreno (recuerde la primera tabla).

En la práctica se admite como válida la hipótesis de que la presión transmitida al terreno por un macizo de cimientos se difunde dentro de un ángulo de 45° con vértice en el límite del macizo considerado, calculándose que las presiones disminuyen uniformemente hacia abajo por capas sucesivas.



HIPOTESIS GENERAL DISTRIBUCION DE PRESIONES A 45°

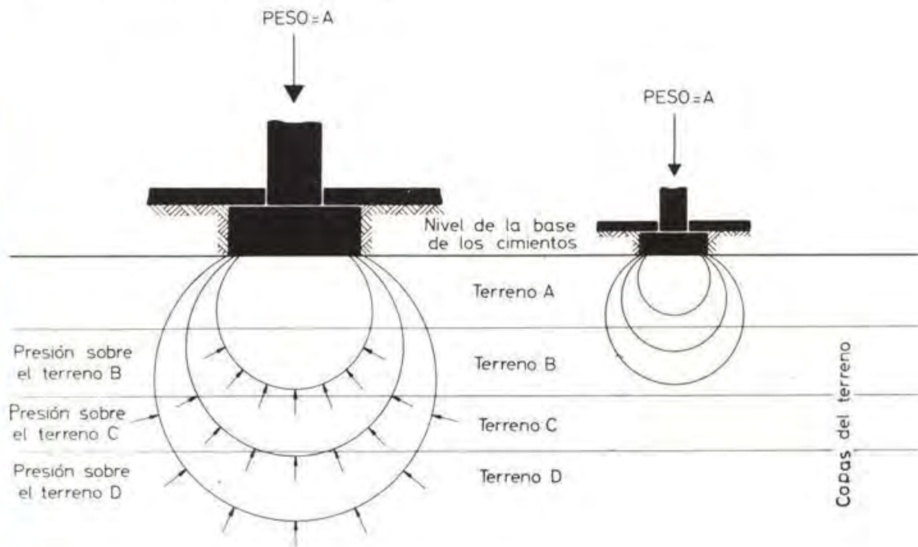
A partir de la base del macizo de cimentación, se acepta que las presiones se trasmiten al terreno dentro de la zona comprendida entre los dos lados de los ángulos de 45° que se trazan desde las vértices inferiores del macizo. La zona de influencia se ensancha a medida que disminuye el valor de las presiones transmitidas.

No obstante, tal hipótesis es inexacta por cuanto las investigaciones efectuadas para determinar la distribución de cargas sobre el terreno, demuestran que tales cargas transmitidas por los cimientos se reparten por zonas de presiones iguales llamadas isóbaras que siguen un curso aproximadamente circular.

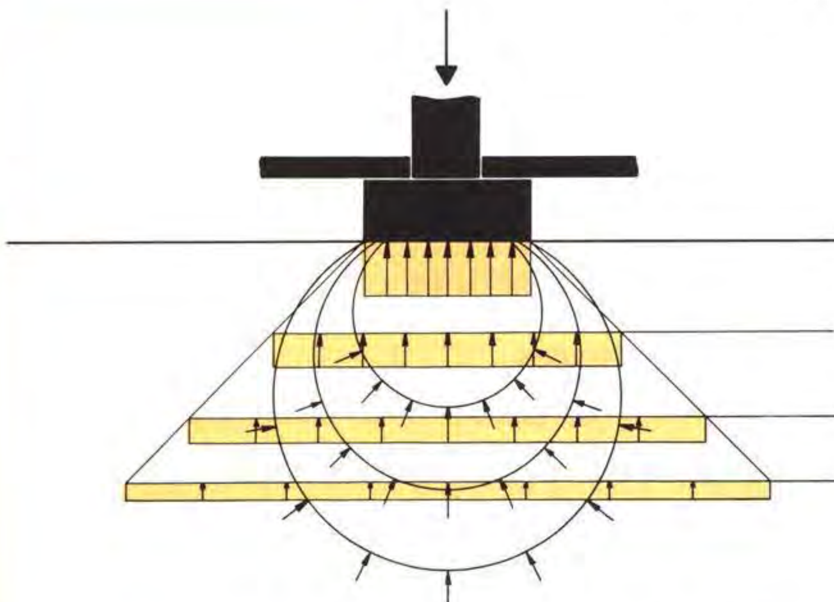
Los gráficos de isóbaras demuestran perfectamente que una misma carga apoyada sobre unos cimientos anchos transmite su presión a zonas más profundas que si gravita sobre una cimentación menos extensa. Se demuestra, pues, lo que venimos diciendo.

Una comparación entre el gráfico correspondiente a la distribución de presiones según la hipótesis del ángulo de 45° y el de isóbaras correspondiente, demuestra que en el primer caso nos hallamos suficientemente adentrados en la zona profunda de mayor seguridad.

Modernamente se sostiene que las cargas se transmiten a las capas de terreno más profundas según zonas de presiones iguales de curso circular; son las isóbaras. Se demuestra que a mayor superficie de cimentación corresponde una mayor profundidad.



ISOBARAS O LINEAS DE IGUAL PRESION

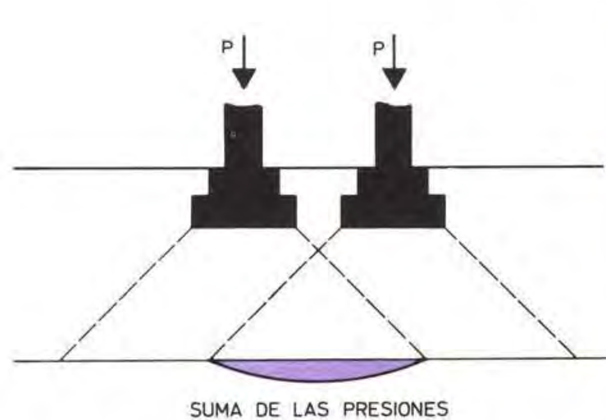


COMPARACION DE LA DISTRIBUCION A 45° CON LAS ISOBARAS

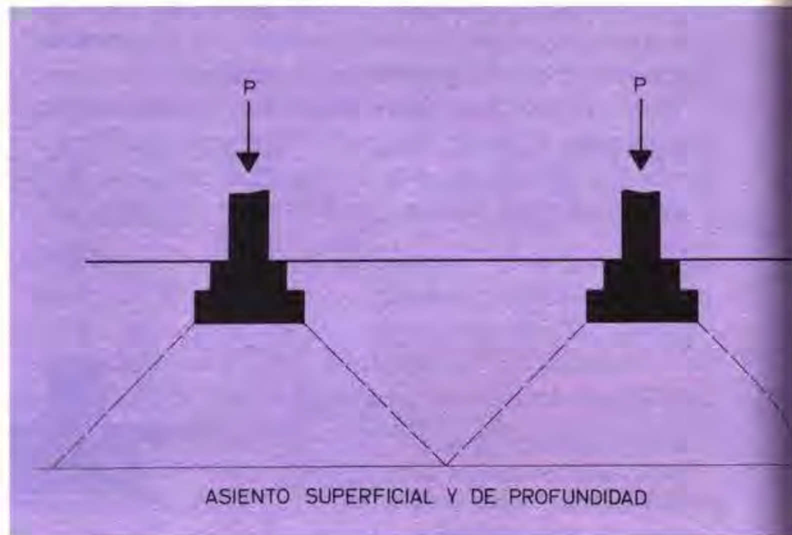
Una comparación entre el sistema clásico de distribuir las presiones y el sistema de isóbaras correspondiente, demuestra que el primero se aproxima lo suficiente a las zonas más profundas para que podamos considerarlo correcto.

ASIENTOS PROFUNDOS

Acabamos de ver que tanto con el supuesto de la distribución de cargas a 45° como en el caso de considerar las isóbaras, cada bloque de cimentación transmite la carga al terreno por una cierta zona de influencia hasta alcanzar aquella capa de terreno en que se contrarresta



Dos macizos de cimentación demasiado juntos proporcionarían una suma de presiones en las zonas profundas.



la compresión. Observe ahora lo que ocurriría si dos macizos de cimentación quedasen demasiado juntos: Sus zonas de influencia se superpondrían en las capas profundas, sumándose presiones sobre los estratos más resistentes. Estas capas del terreno que pueden resistir la presión transmitida por un solo bloque de cimentación, posiblemente serían incapaces de aguantar las presiones superpuestas de dos de estos bloques, produciendo un asentamiento del terreno ante una sobrecarga no calculada. El resultado de este *asentamiento profundo* sería la formación de grietas en la construcción.

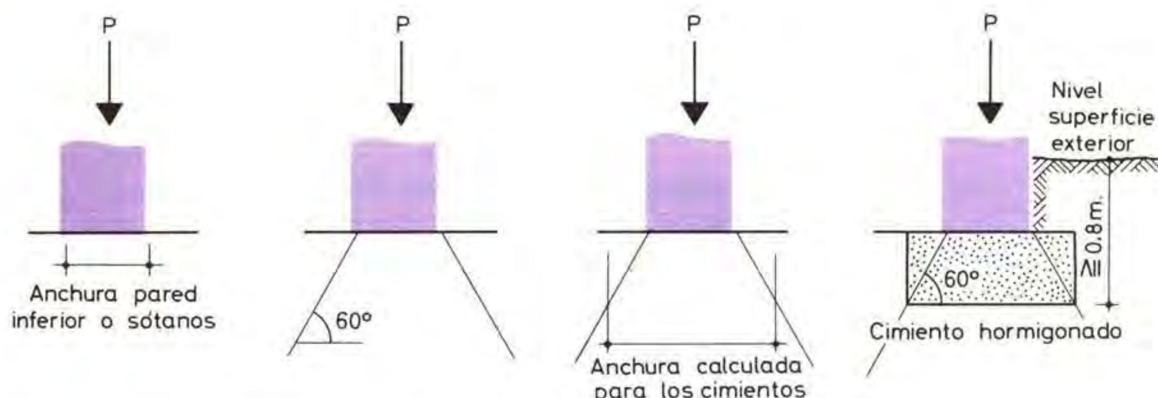
Este detalle debe tenerse en cuenta muy particularmente cuando se construye junto a edificaciones ya existentes para que no se produzca una superposición entre las zonas de influencia de la nueva cimentación y la zona de influencia de la ya existente en el terreno.

Se comprende que en los asientos superficiales las presiones difundidas no lleguen a superponerse.

DETERMINACION DE LA ALTURA DE LOS MACIZOS DE CIMENTACION, CONOCIDA SU ANCHURA

Cuando de acuerdo con la naturaleza de un terreno y la carga debida al edificio se ha calculado la anchura de los macizos de cimentación, resulta muy fácil determinar la altura de los mismos.

Para ello se tiene en cuenta que para cimentaciones de mampostería el ángulo de reparto de las presiones será de 45° *dentro del macizo* y que en los macizos de hormigón, este ángulo será de 60°, también *dentro del macizo.*



Supongamos una construcción cimentada por macizos de hormigón. A partir de los vértices inferiores de la pared del sótano o pared que debe quedar en contacto inmediato con los cimientos, trazamos ángulos a 60° respecto a la horizontal. Luego, centrándola a la pared, situamos la anchura calculada para los cimientos. La parte de vertical trazada desde los límites de esta anchura y que quede comprendida entre la horizontal que limita la pared de sótano y el lado del ángulo previamente trazado, corresponde a la altura del macizo de la cimentación. En el último gráfico de la serie que viene a continuación puede observar cómo el límite superior del macizo de cimentación queda a 0'8 m por debajo del nivel exterior del terreno. Esta profundidad se justifica por la necesidad de proteger los cimientos de la acción de las heladas.

CARGAS ADMISIBLES EN LOS TERRENOS DE CIMENTACION

Entendemos por carga admisible de un terreno de cimentación la carga máxima que este terreno puede soportar sin que se produzcan las circunstancias adversas de que hemos hablado: asientos inadmisibles, deslizamientos, inclinaciones...

La carga admisible de un terreno de cimentación depende, como puede comprenderse y como se desprende de lo que llevamos estudiado, de la calidad del terreno, que determina la profundidad y anchura de los cimientos una vez se ha tenido en cuenta el peso del edificio.

Por todo ello es imprescindible realizar averiguaciones previas sobre la calidad del terreno mediante excavaciones y perforaciones de sondeo para extraer muestras de las distintas capas de materiales. Con estas muestras y relacionando datos obtenidos se sacan conclusiones suficientes acerca de las capas principales del terreno, su profundidad, su uniformidad, espesor e inclinación de las mismas, de su calidad y resistencia a la compresión.

Cuando se ha determinado la naturaleza del terreno y las presiones admisibles debajo de la solera de cimentación, debe vigilarse constantemente que no sean rebasadas tales presiones admisibles. De lo contrario se rozaría el límite de resistencia del terreno pudiéndose producir su rotura, o un asiento brusco, un deslizamiento...

Para ilustrarle sobre esta cuestión de las cargas admisibles, adjuntamos una tabla confeccionada según la norma DIN 1054 sobre presiones admisibles en los terrenos.

	Terrenos vertidos sin asentado artificial alguno, admitiendo que la capa de terreno firme que está debajo es de gran resistencia.	
	Terreno virgen, intacto.	
	Barro, turba, lodo de pantanos: en general.	
	Terrenos de elementos sueltos, sin cohesión pero bien asentados (de apoyo suficientemente firme).	

profundidad de cimentación bajo suelo	anchura fina o mediana para anchura de obra ≧ de				arena gruesa o gravilla.			
	0,4 m	1 m	5 m	10 m	0,4 m	1 m	5 m	10 m
hasta 0,5 m	1,5	2	2,5	3	2	3	4	5
» 1 m	2	3	4	5	2,5	3,5	5	6
» 2 m	2,5	3,5	5	6	3	4,5	6	8

B.3	Terrenos coherentes o consistentes.	0
B.31	Flúidos o pastosos (consistencia de papilla).	0,4
B.32	Blandos.	1
B.33	Rígidos o de consistencia seca.	2
B.34	Semiduros.	4
B.35	Duros.	
B.4	Roca poco agrietada, sana, sin erosiones y en estratificación favorable (si el agrietamiento es importante o la estratificación es desfavorable, se reducen los valores a la mitad).	
B.41	En capas continuas.	15
B.42	En masas o disposiciones de columna.	30

Los valores de la tabla *pueden aumentarse* en un 30 % en los terrenos de elementos sin cohesión, y sólo en los bordes exteriores del edificio siempre que se hayan tenido en cuenta todas las influencias de las cargas.

Los valores de la tabla *deben reducirse:*

a) Cuando el solar está sometido a trepidaciones o sacudidas considerables.

b) En terrenos coherentes, cuando las cargas son elevadas y están concentradas en pequeñas superficies de cimentación.

c) En terrenos sin cohesión, cuando existen corrientes de agua subterráneas.

Aunque la tabla nos da una excelente idea de principio, debe tenerse en cuenta que los motivos que pueden modificar la resistencia de un terreno son tan varios, que resulta imposible determinar por medio de una tabla todos los valores de cargas admisibles en todas las clases de



Cimentación en sus comienzos, después de los trabajos de excavación. Advierta el pozo del segundo término y los pozos ya hormigonados de los que emergen las armaduras.

terreno que puedan darse. De entre las circunstancias que pueden intervenir en la variación de las cargas admisibles deben tenerse en cuenta, de manera muy especial:

a) Que la resistencia del terreno aumenta con la profundidad de edificación y con la extensión de la superficie de los cimientos.

b) Que cuando la capa existente bajo los cimientos es de espesor insuficiente hay que determinar la presión admisible tomando como punto de partida la siguiente capa inferior si ésta tiene menos resistencia.

c) Que la reducción de la presión sobre el terreno no puede impedir que se produzcan asientos de importancia incluso con reducciones de presión muy considerables. Es decir: la poca presión no excluye la posibilidad de los asientos inadmisibles. Con esta circunstancia hay que contar sobremanera en terrenos coherentes blandos (arcilla, marga...) aunque en ellos, por ser ineludible un proceso de asiento, deben admitirse unos asientos completamente normales: los llamados *asientos admisibles.*

SISTEMAS DE CIMENTACION

Se comprende que siendo la calidad del terreno quien determine las características de una cimentación, se hayan ideado distintas formas de conseguir unos cimientos, cada una de las cuales solucione los problemas propios de un tipo de terreno determinado.

De acuerdo con las conclusiones del estudio del terreno, se elige el sistema de cimentación, siguiendo unos criterios de índole general que son los siguientes:

Siempre que las ordenanzas de lugar lo permitan, se procurará que los cimientos no afecten zonas deficientes del terreno (por ejemplo, depósitos de lodo) y siempre que el terreno firme se encuentre a una profundidad no superior a los 2'5 m, la cimentación se practica continua profundizando los 0'8 m prescritos para evitar la influencia de las heladas.

Cuando el terreno firme se encuentra a una profundidad aproximada de 8 m se cimienta con pozos o pilares unidos mediante arcos o por medio de un emparrillado. Es lo que podríamos llamar una cimentación discontinua.

Cuando el terreno firme está por debajo de los 8 m, pueden adoptarse una de estas soluciones:

1. — Pilotes introducidos profundamente bajo la superficie y unidos entre sí mediante placas o emparrillado. Cuando estos pilotes no se conocían se empleaban pozos de cimentación.

2. — Mediante losa armada superficial con la que se consigue una zona máxima de reparto de cargas.

3. — Una solución mixta, empleando losas apoyadas sobre pilotes de cimentación.

CIMENTACIONES CONTINUAS

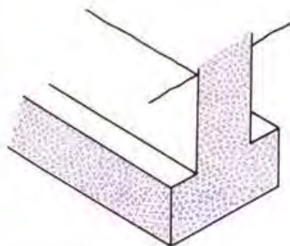
Se entiende por cimentación continua aquella que está formada por una faja de cimientos situada inmediatamente por debajo de los muros del edificio y en perfecta correspondencia con ellos. Pero estas fajas de cimentación pueden practicarse también en el caso de una edificación sostenida por pilares alineados. Los cimientos serán continuos mientras se trate de establecer fajas de cimentación.

Una vez efectuados los cálculos para determinar la anchura de estas fajas y una vez determinada su altura, así como la profundidad a que deben situarse, pueden escogerse distintas secciones para esta faja de cimentación:

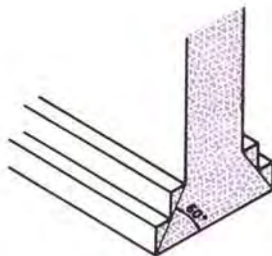
Puede ser una sección rectangular como resultado del simple relleno de las zanjas.

Cimentación continua en correspondencia con un muro de ladrillo.

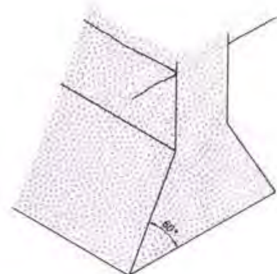
Cimentación continua para una sucesión de pilares poco separados entre sí.



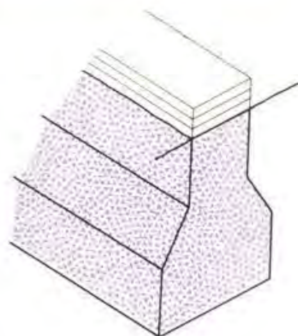
Cimentación rectangular por simple relleno de la zanja excavada en el terreno.



Banqueta en una cimentación continua de hormigón. Las banquetas pueden ser de dos o más escalones.



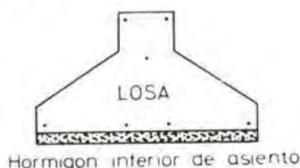
Cimientos de hormigón en plano inclinado. Observe cómo la indicación es de 60° respecto al terreno.

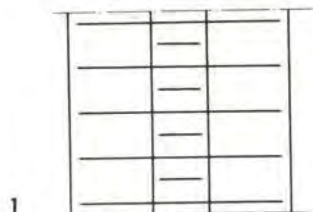


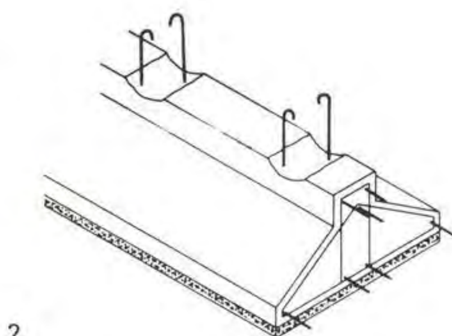
Puede ser una sección compuesta de dos o más banquetes (escalones) respetando el ángulo de 45° o de 60°, según el material empleado.

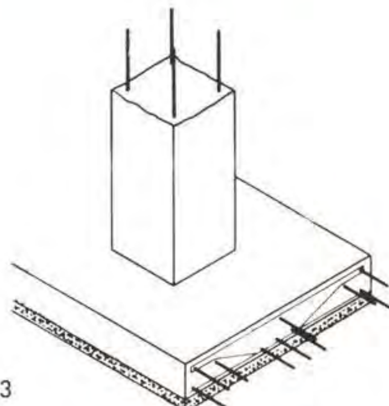
También pueden determinarse secciones con planos inclinados, para economizar material y muy especialmente en cimentación de hormigón.

Finalmente, cuando se trabaja con hormigón armado puede establecerse una sección delgada, en forma de losa, ya que la resistencia que le confieren las armaduras metálicas propias del hormigón armado, permiten prescindir de los valores angulares establecidos para la mampostería y el hormigón en masa. En este último caso se dejan al descubierto algunas varillas de las armaduras para ligar con la pared o alineación de pilares que deba situarse encima de los cimientos.

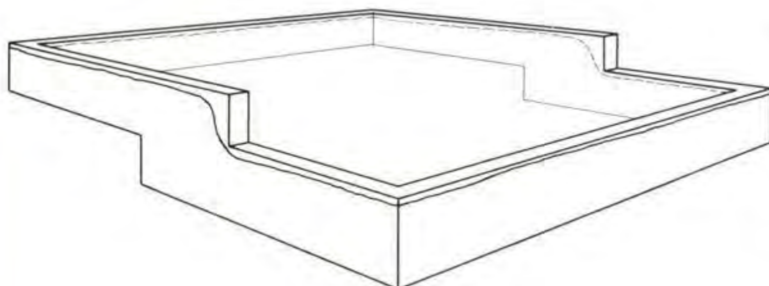








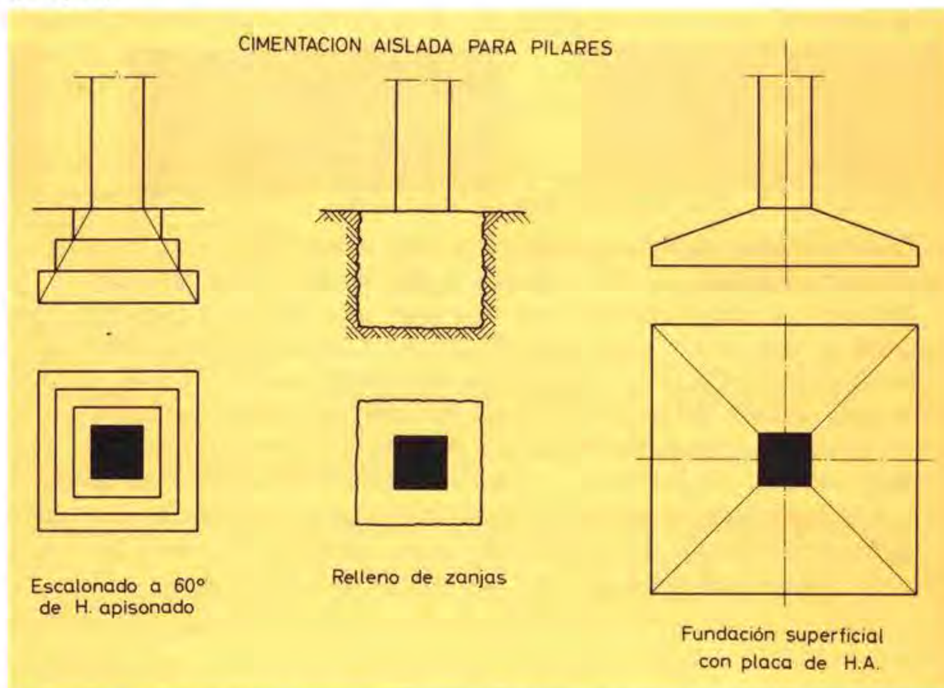
1. - Sección y planta de una losa de H. A. demostrando la situación de las armaduras. 2. - Losa inclinada cimentando un muro. 3. - Losa plana cimentando un pilar.



Es importante que las fajas de cimentación descansen con perfecta horizontalidad sobre el fondo de las zanjas, pero no es preciso que todas las fajas tengan su lecho a la misma profundidad. Cuando se construye en terrenos con pendiente, las cimentaciones continuas se solucionan mediante escalonados de verticales y horizontales que, al evitar los planos inclinados, evitan también la posibilidad de futuros deslizamientos.

CIMENTACION DISCONTINUA O AISLADA

La cimentación discontinua se prescribe para el caso de una alineación de pilares cuya separación entre sí no justifica una franja de cimentación. En estos casos se establece un cimiento independiente para cada pilar. Igual caso se presenta cuando se trata de cimientos de anclaje de máquinas pesadas o para pilares aislados (monumentos, por ejemplo).



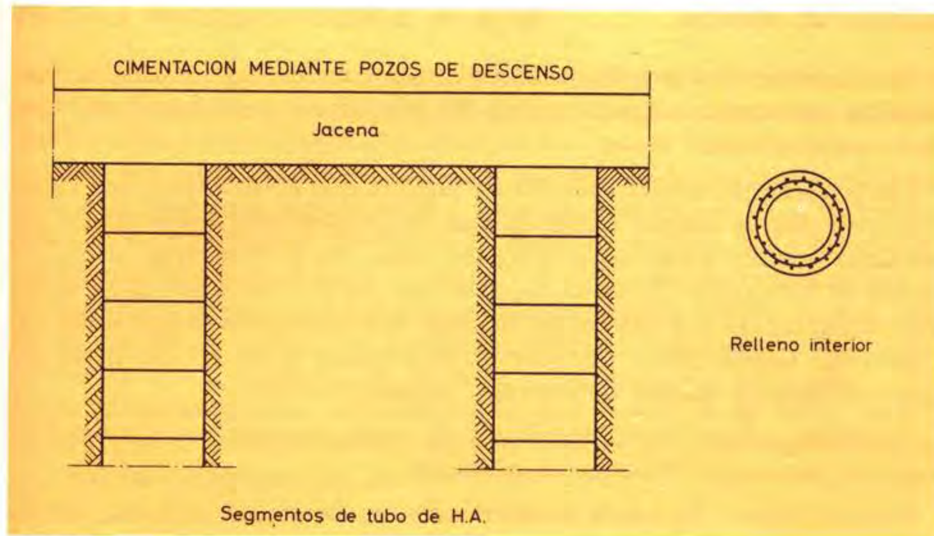
Pero, aparte estos casos normales, algunas veces sucede que cimentaciones que normalmente deberían estipularse continuas, con fajas de cimentación normales, sobre terrenos cuyas capas resistentes se hallan a grandes profundidades, se cimentan sin continuidad por medio de pozos que, una vez rellenos de hormigón, se unen con una jácena superior con sus correspondientes armaduras. La edificación se viste encima de esta jácena. Así se consigue un considerable ahorro de material, evitando el enorme gasto de hormigón que representaría rellenar una zanja tan profunda como requeriría una excavación que alcanzase las capas de terreno suficientemente resistentes.

Este sistema de cimentación no es nuevo, sino que desde muy antiguo se viene practicando con la única diferencia de que lo que ahora es una jácena quedaba sustituido por arcos que enlazaban los distintos pozos de cimentación por debajo del nivel del terreno.

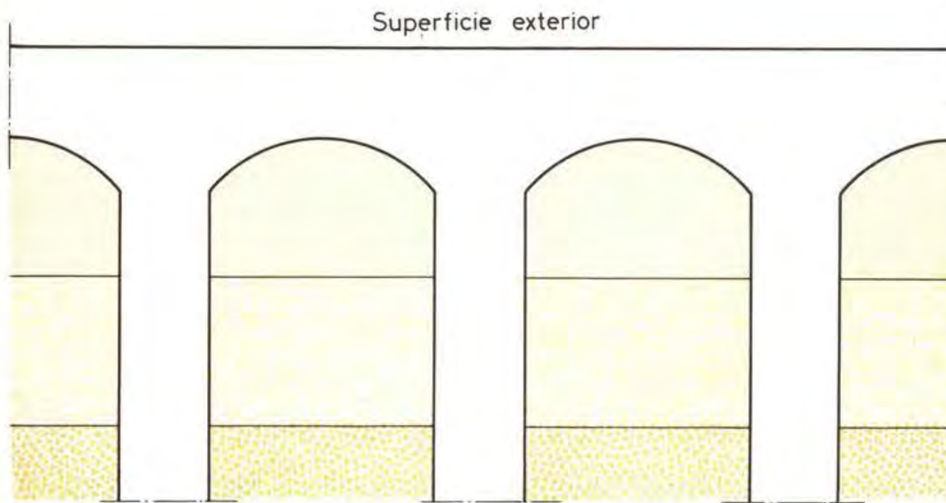
Estos pozos de cimentación también reciben el nombre de *pozos de descenso*, ya que permiten descender hasta las capas de terreno firme.

Actualmente, la tendencia es la de prescindir de los pozos de cimentación profundos debido al gasto de material que representan. Ello se debe a la aparición de otras técnicas tan seguras y más económicas, tanto por el gasto de material en sí, como por la mayor rapidez de aplicación, cosa ésta que no encontramos en la técnica de los pozos, lentos de conseguir.

Lo que sustituye a los pozos de cimentación, son *los pilotes*.



Cuando las capas de terreno consistente están a gran profundidad, se procede a cimentar el edificio sobre jácenas que a su vez se apoyan sobre pozos de relleno convenientemente armados y hormigonados.





FUNDACION PROFUNDA DE PILARES Y ARCOS

PILOTES DE CIMENTACION

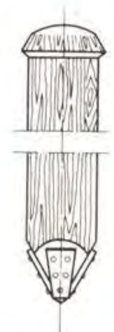
Los pilotes de cimentación son a modo de enormes estacas, cuyo diámetro es proporcionalmente muy pequeño en relación con su altura, y que se hincan en el suelo; pueden alcanzar grandes profundidades.

Habiéndose generalizado el empleo de tales pilotes, se usan ya para cimentaciones que deben rebasar los 3 m de profundidad, especialmente en terrenos no coherentes.

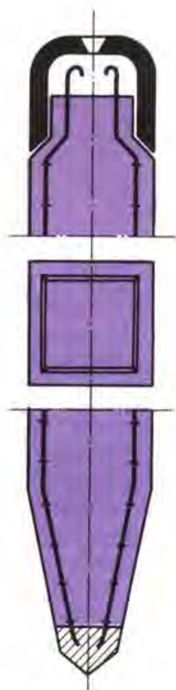
Existen diversas técnicas para la colocación de estos pilotes, pero, en general, pueden reducirse a dos:

A) Pilotes hincados.

B) Pilotes hormigonados *in situ* (o sea en el mismo lugar de la cimentación).



PILOTE DE HINCA DE MADERA



PILOTE DE HINCA DE H.A.

PILOTES DE HINCA

Son aquellos que se introducen en el terreno una vez fabricados, hincándolos exactamente igual a como se procedería para introducir una estaca en el terreno.

Los pilotes más clásicos son los de madera que actualmente han caído en desuso por la simple razón de que su conservación sólo puede garantizarse cuando están sumergidos en agua. De lo contrario, su putrefacción es inevitable. Se da el caso de que obras levantadas hace siglos sobre fundamento por pilotes de madera han soportado magníficamente el paso del tiempo hasta que por un imprevisto descenso del nivel del agua subterránea se han deteriorado lamentablemente.

También se han fabricado pilotes de acero, aunque raras veces han llegado a usarse por razones económicas.

Existen pilotes de hinca prefabricados en hormigón armado, siendo éstos los más usados por su economía, su resistencia y la posibilidad que dan de armarlos convenientemente dejando extremos de armadura salientes en los que ligar las jácenas de un emparrillado.

BASES PARA EL CÁLCULO DE LA CARGA ADMISIBLE PARA UN PILOTE DE 5 METROS DE LONGITUD MÍNIMA HABIENDO LLEGADO A UNA CAPA DE TERRENO FIRME Y NO ESTANDO SOMETIDOS A TREPIDACIONES DE IMPORTANCIA.

Cargas para pilotes de madera rolliza. Diámetro en la cima mayor o igual a 25 cm.

Pilotes de 30 cm ∅ medio	33 Toneladas
Pilotes de 35 cm ∅ medio	38 Toneladas
Pilotes de 40 cm ∅ medio	45 Toneladas

Cargas para pilotes cuadrados de hormigón armado.

Pilotes de 30 cm de lado	40 Toneladas
Pilotes de 35 cm de lado	48 Toneladas
Pilotes de 40 cm de lado	55 Toneladas

No pueden establecerse valores fijos para los pilotes metálicos de hinca ni para pilotes de perforación hormigonados en el propio terreno. La gran variedad de formas, de métodos de preparación y diferentes resistencias hacen imposible una tabla de valores preestablecida.

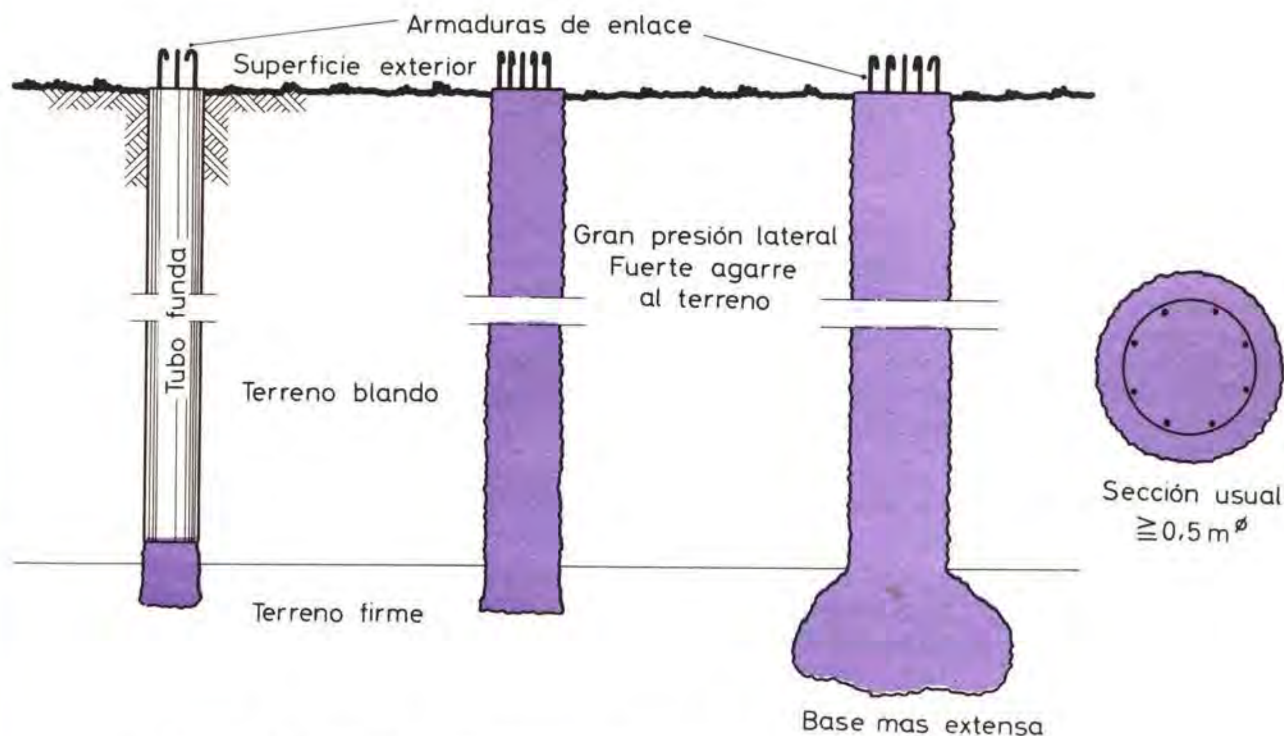
La carga admisible para los pilotes viene determinada también por la naturaleza del terreno, por la propia forma de los pilotes, por la técnica empleada para su introducción en el terreno, por el material de que están fabricados, y por múltiples circunstancias que vienen a corroborar lo que hemos dicho sobre la imposibilidad de dar valores concretos sobre su resistencia.

Se ha comprobado que a igualdad de carga en cada pilote, el asiento de los que forman grupo es mayor que considerados uno a uno de forma aislada. Esto no debe sorprenderle si recuerda lo que hemos dicho sobre asientos profundos: se suman las presiones debidas a cargas demasiado próximas

PILOTES HORMIGONADOS IN SITU

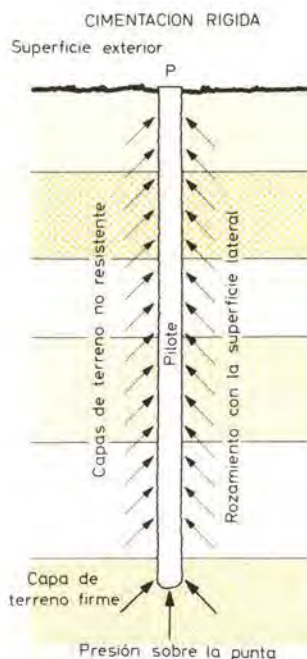
Se llaman así aquellos pilotes que han sido emplazados en el mismo lugar de la construcción previa una perforación del terreno de sección y profundidad apropiadas a la presión que el pilote deba resistir.

Una vez efectuada la perforación, se rellena de hormigón apisonándolo fuertemente o inyectándole a gran presión, con lo cual se produce una fuerte compresión lateral de la masa de relleno. Esta compresión lateral del hormigón contra el terreno es causa de un fuerte *agarre* del pilote con el terreno. Además, estos pilotes pueden equiparse con armaduras metálicas y aún, por medio de técnicas especiales, puede conseguirse un ensanchamiento de su base y que, una vez rellenado de hormigón y fraguado éste, se convierta en una superficie de apoyo más extensa y por lo mismo capaz de repartir las cargas trasmitidas al terreno con mucha mayor regularidad.



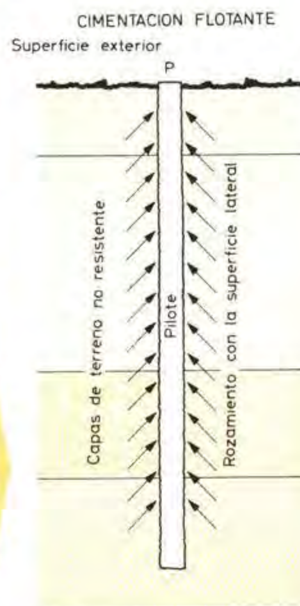
TIPOS DE PILOTES HORMIGONADOS IN SITU

Tanto los pilotes prefabricados como los hormigonados *in situ* pueden o no alcanzar zonas profundas de terreno firme. Cuando los pilotes alcanzan estas capas y trasmiten directamente al terreno la carga provocada por el edificio se denominan PILOTES DE CIMENTACIÓN FIJA O RÍGIDA. Cuando ocurre lo contrario, o sea, cuando las zonas de terreno firme se encuentran a profundidades excesivas donde no llegan las bases de los pilotes sino que sólo alcanzan capas de menor resistencia, decimos que se trata de una cimentación de PILOTES SUSPENDIDOS O FLOTANTES.



Hablamos de una cimentación rígida con pilotes cuando estos pilotes llegan a reposar sobre una capa de terreno firme. El pilote trasmite las cargas hasta la capa resistente. Además puede contarse con el rozamiento lateral.

Cuando el pilote no alcanza profundidades con capas resistentes, la carga que gravita sobre el pilote se neutraliza únicamente por el roce entre el terreno y el pilote sumergido en él. Decimos que se trata de una cimentación flotante.



Es decir: los pilotes están sumergidos en un medio blando y no se apoyan en ninguna capa de terreno firme. Toda la carga del edificio es resistida por el rozamiento entre los pilotes y el terreno que los envuelve; también por la compresión del fondo. *Las formas de sustentación actúan principalmente sobre la punta del pilote y en cuantía mucho menor (pero no por ello menos importante) mediante el rozamiento de la superficie lateral del pilote con el terreno de cimentación.*

Las cimentaciones por pilotes de hinca u hormigonados *in situ* se emplean cuando el terreno resistente es excesivamente profundo y no puede alcanzarse por otros sistemas de cimentación debido a razones económicas. Sin embargo, cuando no hay más solución que cimentar por pilotes suspendidos o flotantes siempre pueden producirse asientos, circunstancia que debe evitarse sustituyendo los pilotes por una cimentación plana.

Lo más corriente es que los pilotes formen parte de una cimentación mixta, en la que se combinan convenientemente fajas de cimentación con pilotes o bien éstos con losas o zampeados.

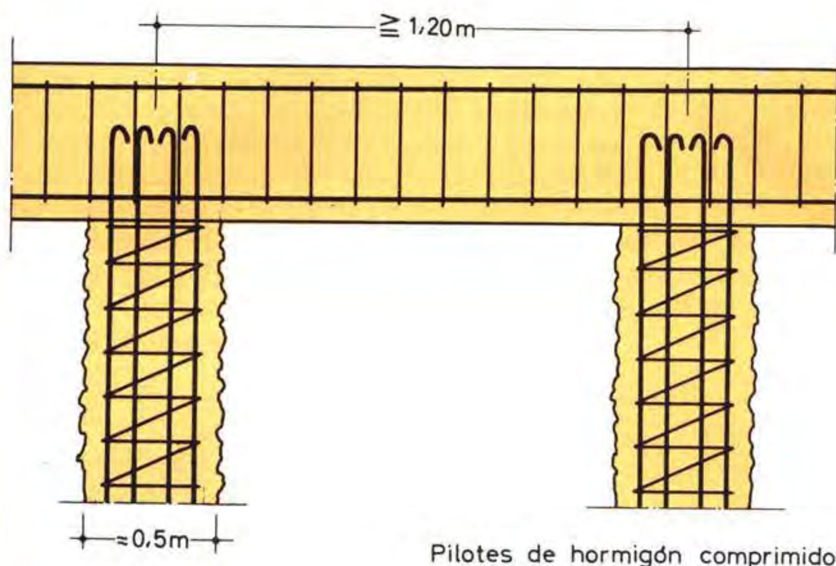
La disposición y distribución de los pilotes varía según el tipo de cimientos que debe asentarse sobre ellos:

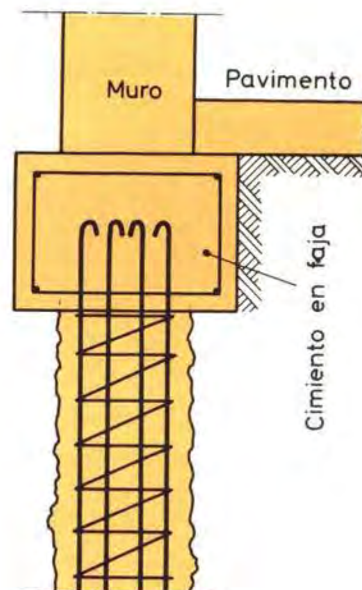
Pueden disponerse en filas por debajo de fajas o emparrillados de cimentación.

También se disponen por debajo de losas o zampeados en correspondencia vertical con los muros del recinto y paredes interiores uniéndolos generalmente con un emparrillado de sujeción.

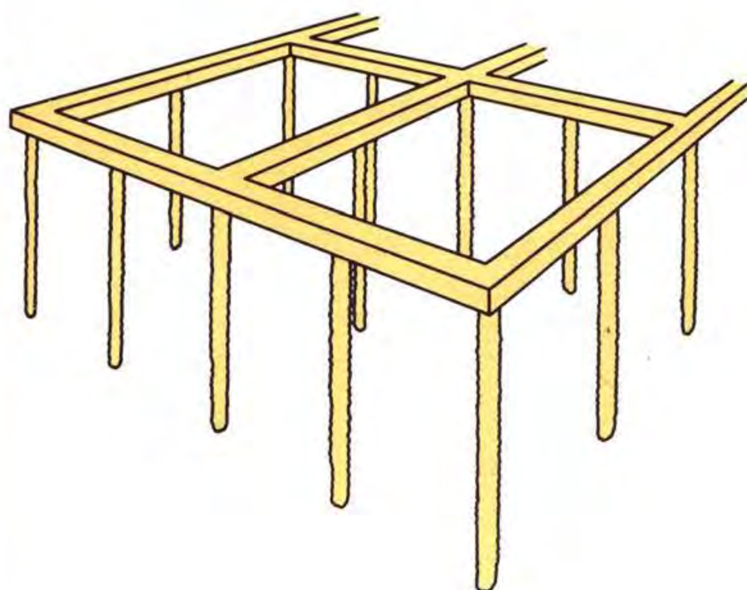
Finalmente, encontramos pilotes bajo los cimientos de masas aisladas (columnas, pies derechos). En este caso los pilotes deben mantenerse a una distancia tal que permita ensanchar su base sin que se toquen las unas con las otras.

ENLACE DE PILOTES CON FAJA DE CIMENTACION

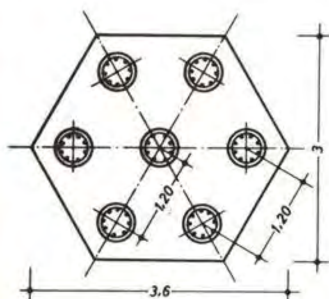


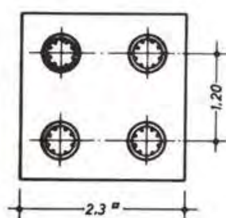


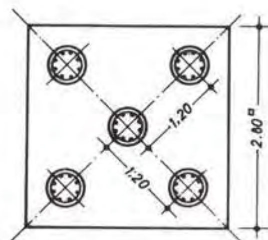
Pilotes de hormigón comprimido



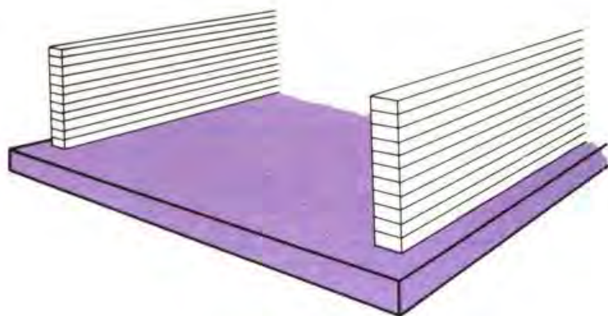
En esta página queda demostrada la disposición de una cimentación sobre pilotes u fajas de cimentación. El esquema perspectivado demuestra la forma de parrilla de este tipo de cimientos. El gráfico superior nos da una idea muy clara de la relación existente entre los pilotes, las fajas de cimentación, muros y pavimento. Los tres gráficos inferiores nos dan las soluciones más normales para la disposición de pilotes bajo cimientos de masas aisladas para pilares y columnas.



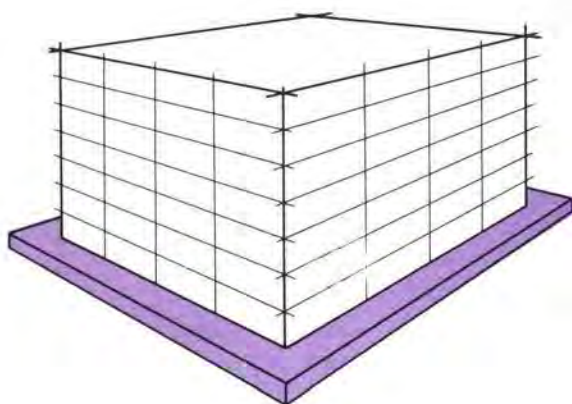




HACES DE PILOTES BAJO CIMIENTOS DE MASAS AISLADAS



Este tipo de cimientos se extiende por toda la superficie de la edificación repartiendo el peso por la máxima superficie posible, con lo cual la carga total del edificio se reparte sobre una gran placa de hormigón armado que la transmite a la totalidad del terreno edificado; se evitan o reducen así asientos importantes o desiguales. Si a pesar de prever una cimentación zampeada se calcula y se deduce que seguirán produciéndose asientos inadmisibles, puede adoptarse la solución mixta del zampeado con pilotes flotantes, solución que, al evitar el asiento del terreno, sujeta además la edificación en casos de deslizamiento.



Zampeado o losa de H. A. que comprende toda la planta del edificio.

La cimentación mediante zampeados o losas debe aplicarse cuando, al calcular la cimentación por otros sistemas, se advierte que la fase de cimentación calculada resulta excesivamente ancha y también cuando, por existir una estratificación irregular en el terreno, se prevén asientos no uniformes.

Otra circunstancia que puede forzar a una cimentación de losa es la existencia de un gran espesor de terreno blando que forzaría la construcción de fajas de cimentación muy profundas o de pilotes de gran longitud.

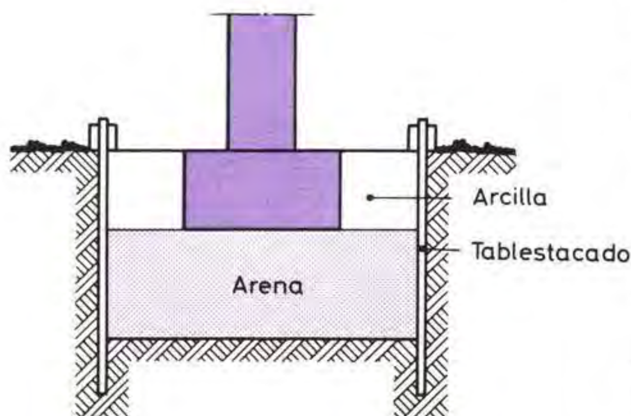
La existencia de aguas subterráneas a poca profundidad también es motivo para que se prescriba una cimentación zampeada.

EL ENARENADO

El enarenado o relleno con arena es una ayuda muy apreciable para la buena cimentación. Las zonas enarenadas contribuyen a distribuir la carga sobre una mayor superficie de terreno y protegen al hormigón de sustancias químicamente agresivas.

Por término medio, el espesor de las zonas enarenadas es de 1 a 3 metros.

Existe el peligro de que las capas subterráneas puedan arrastrar las arenas situadas debajo de los cimientos, con el consiguiente riesgo de derrumbe. Para evitarlo se protege el enarenado mediante tablas sujetas con estacas; lo que se conoce por tablestacados.



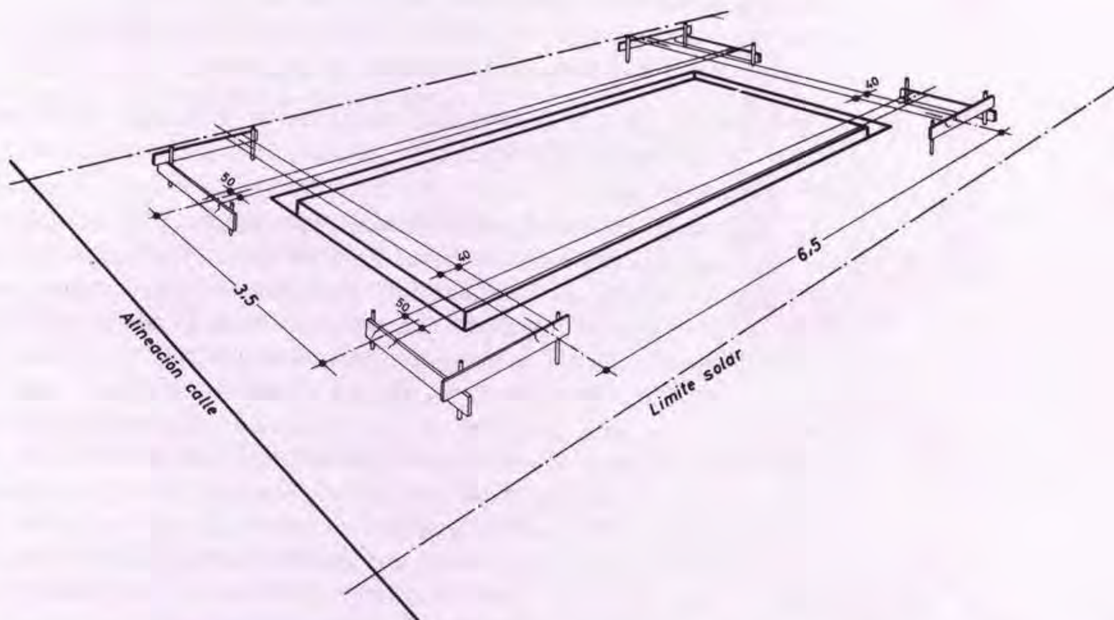
Capa de terreno con agua subterránea o sustancias peligrosas para el hormigón:

REPLANTEO DE CIMIENTOS

Recordará que una de las plantas imprescindibles en todo proyecto arquitectónico es la planta de cimentación. En ella se indica la forma, situación y extensión de los cimientos calculados. A esta planta debe recurrirse al excavar las zanjas que luego se convertirán en los bloques o franjas de cimentación.



El replanteo o señalización sobre el terreno de los cimientos es la operación que tiene por objeto trasladar sobre la superficie del solar la planta de cimentación dibujada en los planos teniendo en cuenta la escala y las cotas. Podemos decir que el replanteo consiste en dibujar a tamaño natural y sobre el lugar de la obra la planta que se ha dibujado sobre el papel a tamaño reducido.



El replanteo consiste en "dibujar" a tamaño natural y sobre el terreno la planta de cimentación.

Para el replanteo se hincan estacas en todos los extremos de los ejes de la cimentación *de acuerdo con las cotas que en la planta de cimentación relacionan a los ejes entre sí y a éstos con los límites del solar.* De ahí la necesidad de acotar las plantas de cimentación relacionando primero los ejes entre sí y luego en relación con los límites del solar, muy en especial con la alineación oficial de la vía pública.

LO QUE COMPLETA LA PLANTA DE CIMENTACION

Al nivel de los cimientos encontramos una serie de accesorios de primerísima importancia para la normal habitabilidad del edificio en construcción. La red de desagües del edificio, por ejemplo, debe tenerse

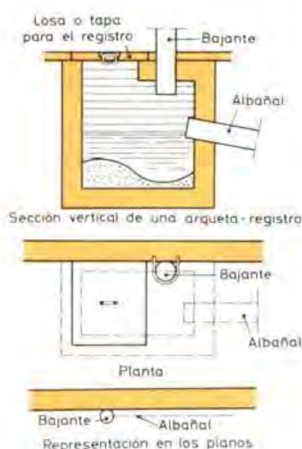
en cuenta al construir los cimientos, puesto que deben excavarse las zanjas para los albañales o tuberías de desagüe. Éstas deberán atravesar las fajas de cimentación mediante los pasos necesarios, que deben preverse al construir los cimientos. Hay que evitar tenerlos que abrir una vez fraguado el hormigón, cosa ésta completamente antieconómica. Si las instalaciones de desagüe condicionan en cierto modo la construcción de los cimientos es lógico que tales instalaciones queden consignadas en la planta de cimentación.

Lo normal, pues, es que la instalación de desagüe figure en la planta de cimentación. En casos muy especiales de cimientos complicados, cuyas plantas requieran gran cantidad de acotaciones, puede preverse una planta especial para las instalaciones de desagüe siempre que en ella se las relacione con los macizos de la cimentación afectados por el paso de los albañales.

En la planta de cimentación o en último término en la poco frecuente planta de instalaciones de desagüe debe tenerse en cuenta la eliminación de aguas residuales consignando en el plano:

1. — LUGARES DONDE LLEGAN LOS BAJANTES O TUBERÍAS VERTICALES DE DESAGÜE procedentes de cocinas, lavaderos, W.C., aguas pluviales de tejados o terrazas, etc.

La indicación de estos puntos tiene importancia, por cuanto en ellos debe efectuarse la conexión entre el bajante (tubo vertical de desagüe) y el albañal o conducción horizontal. La conexión se verifica mediante una arqueta — que no es otra cosa que una caja de obra, generalmente de ladrillo — en la cual quedan empotrados bajante y albañal con su boca interior libre en unos centímetros. Conviene que esta arqueta sea registrable y que esté provista de un fondo de sedimentos, por lo cual la arqueta se cubre con una tapa o losa de quita y pon. En las plantas de cimentación no suelen grafiarse tales arquetas pero sí se mencionan en el pliego de condiciones. Cuando se trata de una arqueta de tipo especial, diseñada exprofeso para una determinada construcción, es preciso hacer un dibujo de detalle que se presentará independientemente de la planta de cimentación y que nunca se repetirá en dicha planta en los lugares donde corresponda situar una de tales arquetas.



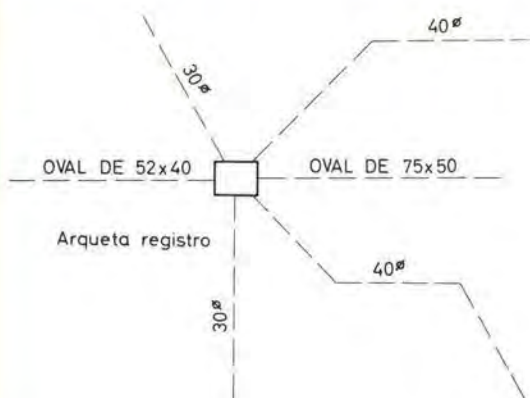
Plano de detalle de una arqueta de registro. En la parte inferior la representación esquemática para las plantas de cimentación.

Para indicar en los planos el lugar preciso en que deberá empalmarse un albañal con un bajante de desagüe basta con trazar una pequeña circunferencia. Como hemos dicho en el pliego de condiciones ya se habla de la arqueta.

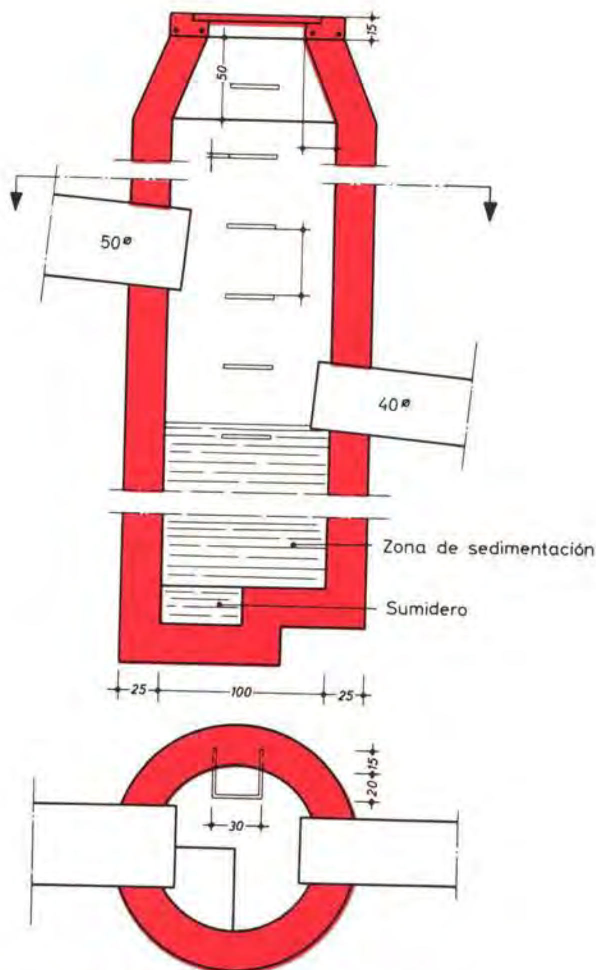
2. — ALBAÑALES O CONDUCCIONES HORIZONTALES que a partir de las arquetas de registro situadas bajo el desagüe vertical se dirigen hacia la alcantarilla pública atravesando la cimentación continua mediante pasos previstos a través de ella o pasando por entre los macizos de cimentación cuando es discontinua.

Cuando existen diversos bajantes se requerirá la presencia de varios albañales que se dirigirán a un albañal principal. Esto supone unos entronques de albañales en cada uno de los cuales conviene situar una arqueta de registro *que sí debe grafiarse en los planos mediante un cuadrado* y que supone cambios de dirección en los albañales *que a ser posible deben solucionarse mediante ángulos no menores a 45º.*

Antes de empalmar el albañal en la alcantarilla pública debe interponerse un sifón o una arqueta general registrable que actúe sobre toda la red de desagüe de todo el edificio.



Representación de una arqueta de registro con entronque de varios albañales, en una planta de cimentación.



POZO DE REGISTRO EN UNA GRAN RED DE SANEAMIENTO O PARA UNA CONDUCCION A LARGA DISTANCIA

La profundidad a que se encuentre la alcantarilla pública es un dato imprescindible a tener en cuenta para el trazado de la red de albañales, ya que el nivel máximo de las aguas que circulan por la alcantarilla determina el nivel del albañal más profundo de toda la red de desagüe del edificio a fin de que no se inunde en caso de una crecida del nivel de las aguas del alcantarillado. Para ello debe tenerse en cuenta que la pendiente que debe darse a un albañal se prescribe aproximadamente de un 5 % no pudiendo bajar de un 3%.

Los albañales se construyen preferentemente de hormigón centrifugado o de hormigón moldeado. Los primeros son los de sección circular cuyo diámetro más corriente tiene uno de estos valores:

20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100



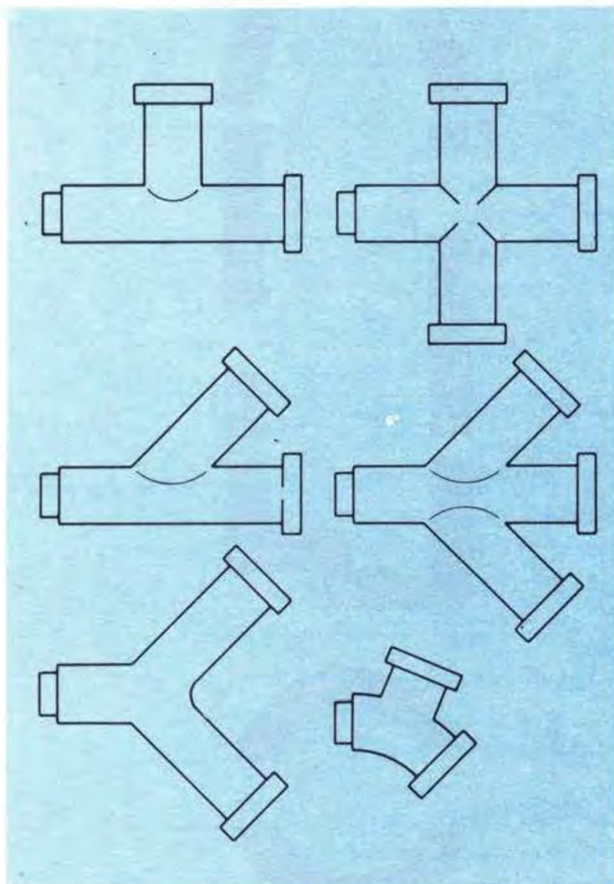
El albañal más profundo no debe estar por debajo del nivel de la alcantarilla.

Los segundos (los de hormigón moldeado) son de sección oval y sus medidas más corrientes según los ejes del ovoide interior son:

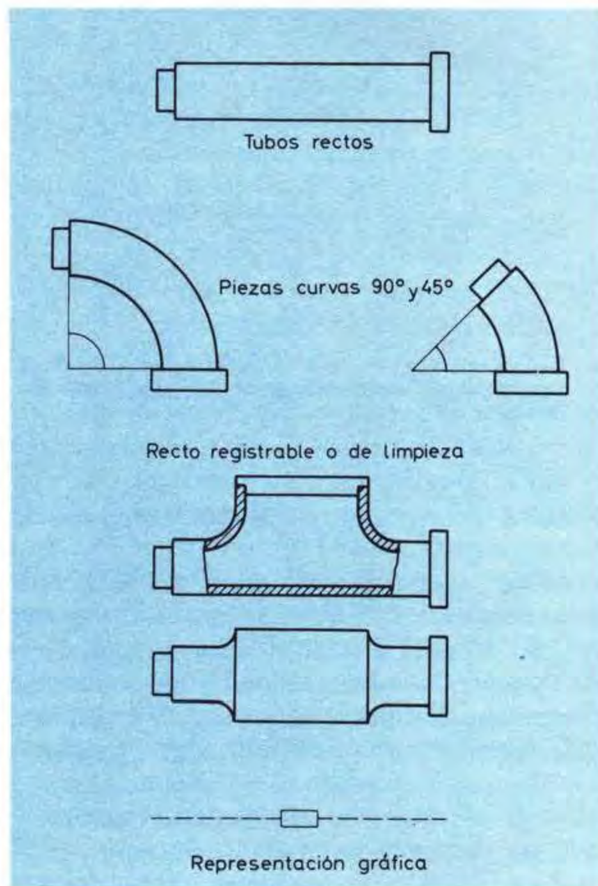
a		b
26	×	19
36	×	27
52	×	40
75	×	50

Los dos tipos de albañales tienen paredes con un espesor de 2,5 a 7 cm según sea su sección libre. Existen piezas rectas, de confluencia para empalmes dobles o triples y codos para cambios de dirección.

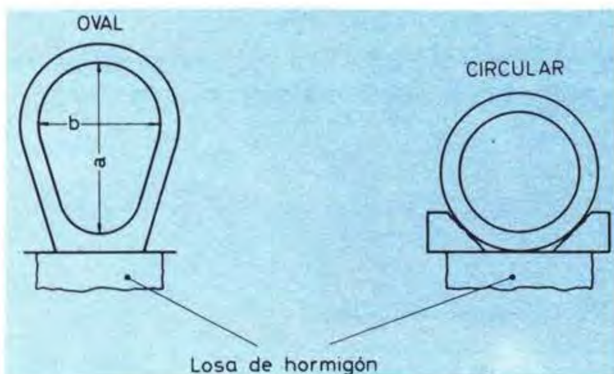
Los albañales y alcantarillas se colocan sobre el terreno asentándolos encima de losas de hormigón o sobre una hilada de ladrillos con una anchura no inferior al diámetro de los tubos, cuyas medidas y formas no se dibujan en el plano sino que se citan rotulándolos junto a las líneas que en la planta de cimentación indican su existencia, emplazamiento y dirección.



MUESTRARIO DE PIEZAS DE CONFLUENCIA Y CAMBIO DE DIRECCION PARA ALBAÑALES.



PIEZAS RECTAS Y ANGULOS DE 90 y 45°.



Los albañales deben asentarse sobre losas de hormigón a modo de cimientos.

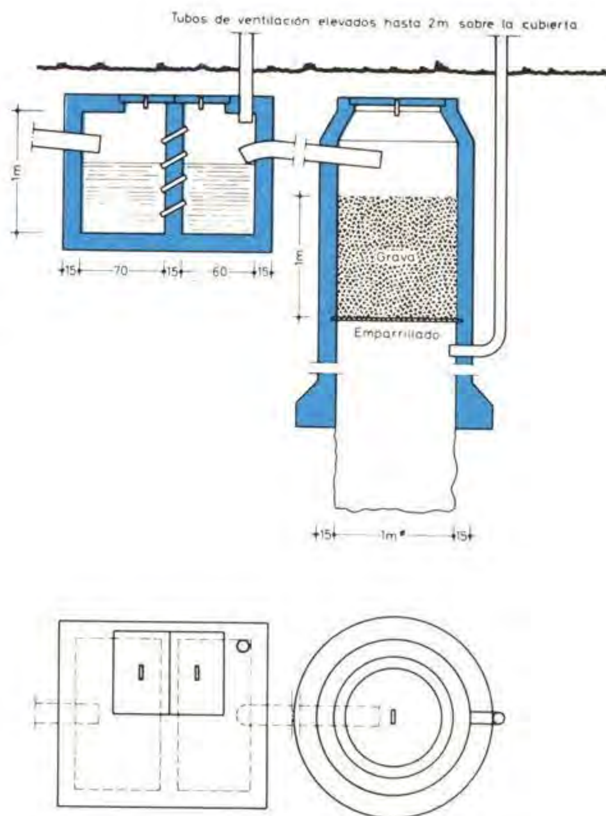
3. — Cuando no existe alcantarilla pública.

Las instalaciones comunales de desagüe existen en las ciudades y en los núcleos urbanos de considerable población, pero dichas canalizaciones no se encuentran todavía en pequeños municipios y no se prevé su construcción en zonas de casas rurales o aisladas. En estos casos será preciso prever la eliminación de las aguas residuales mediante una pequeña instalación de depuración biológica — llamada fosa séptica — con el fin de depurar y eliminar las aguas residuales en el propio solar.

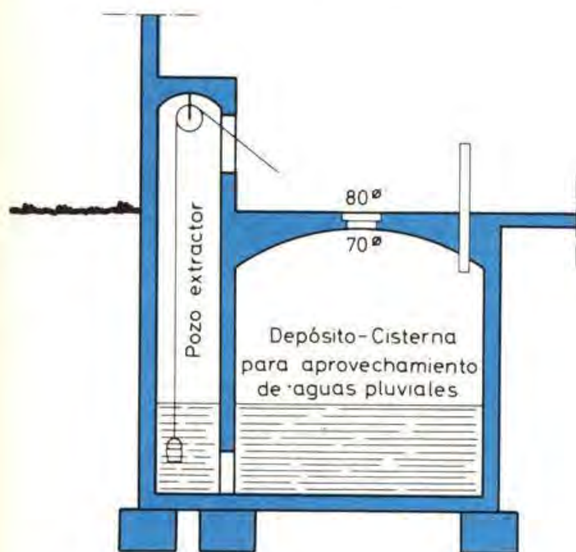
La solución más eficaz y al mismo tiempo de construcción más sencilla para casos de viviendas unifamiliares consta de dos cámaras:

Una cámara de sedimentación con capacidad mínima aproximada de unos 700 litros y otra cámara de fermentación que es al mismo tiempo pozo de absorción que requiere un terreno permeable ya que de lo contrario sería preciso vaciarla periódicamente. Este pozo debe tener una capacidad aproximada de 1.500 litros.

Es muy importante impedir que las aguas pluviales procedentes del tejado o de las posibles terrazas descubiertas puedan penetrar en

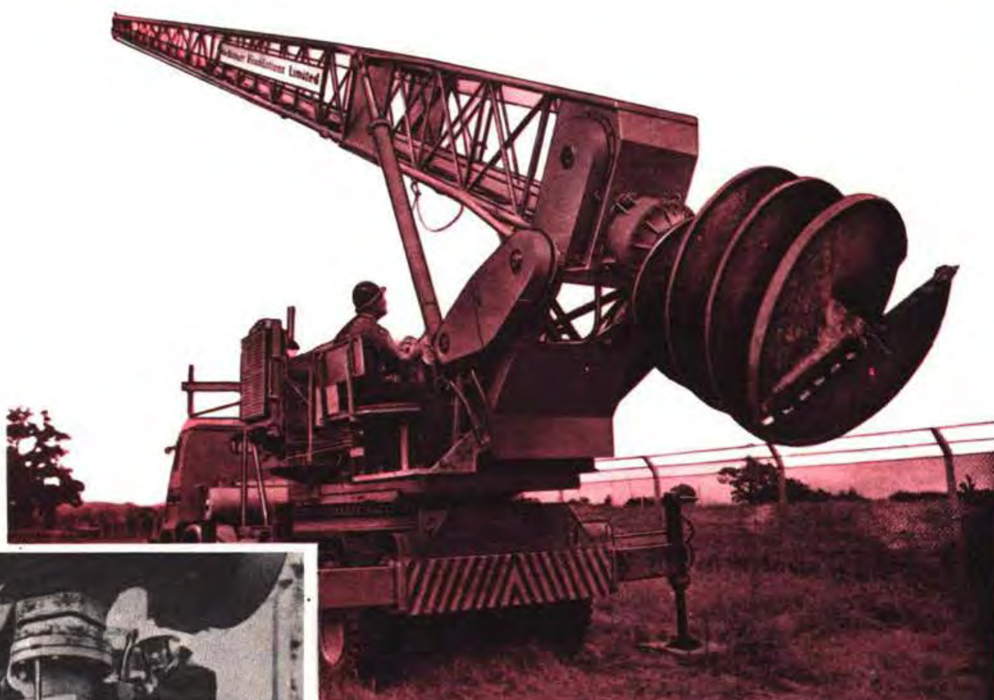


Instalación eliminadora de aguas residuales.



las instalaciones de depuración con lo que se evita su inundación en caso de lluvias copiosas.

Observe cómo todas las obras que pueden derivarse de los temas estudiados en este capítulo al que ahora damos fin quedan previstas en la planta de cimentación. Parte importante de estas obras son las excavaciones a realizar sobre el terreno y que por razones de economía tanto en gasto monetario como en tiempo empleado suelen realizarse todas sin interrupción contando con el material y el personal especializado. Por lo tanto en la planta de cimentaciones deben constar todas las excavaciones a efectuar en el terreno con el fin de que puedan preverse y efectuarse con un mínimo de tiempo. Excavaciones no previstas hasta el momento pueden ser, por ejemplo, pozos de acometida para agua, gas o electricidad, piscinas, lagares, cisternas y, en general, toda clase de depósitos subterráneos, entre los que excluimos los sótanos, previstos ya en la planta de sótanos.





Poderosa broca instalada en un gran camión. En la fotografía más pequeña se muestra la forma de trabajar de esta enorme máquina. Así se abren los pozos de cimentación para los pilotes cilíndricos.

Prácticas de dibujo en construcción

4

LA PERFECCION EN EL DIBUJO TECNICO

Puede asegurarse que el dibujo técnico, por cuanto lo consideramos la proyección de una forma existente en el espacio o en la mente del proyectista, es imposible de conseguir con perfección. Por exacto que sea un dibujo técnico, nunca podrá alcanzar la perfección absoluta que exigiría el total cumplimiento de los conceptos teóricos que tenemos de los elementos geométricos. Ni siquiera el punto (elemento básico de la geometría) podemos grafiar con rigurosa exactitud.

Pero, pese a las limitaciones de exactitud, es posible conseguir dibujos técnicos de perfecta apariencia, tan perfectos que sólo quien los ha dibujado es capaz de reconocer las casi imperceptibles imperfecciones. En este sentido, sí es posible hablar del dibujo técnico perfecto.

Hay algo que todos aceptamos: que antes de empezar a dibujar conocemos, por cálculo o por construcción geométrica, la exactitud teórica de lo que nos proponemos representar por medio de un gráfico. Sin embargo, no basta con este conocimiento que prevé la exactitud teórica del futuro dibujo; y la prueba está en que, a pesar de esta previsión, los resultados pueden dejar mucho que desear.

Sabemos, por ejemplo, que con una adecuada construcción geométrica es posible construir un pentágono regular perfecto, y sabemos con toda exactitud las condiciones que tal figura debe reunir para que responda a la definición del polígono regular de cinco lados. Pero en la práctica, cuando dejamos la teoría para tomar los instrumentos de dibujo (compás, lápiz, etc.), obtenemos unos resultados que algunas veces pueden hacernos dudar de la exactitud de los cálculos previos al dibujo o bien de la bondad de la construcción geométrica que se haya seguido para dibujar el polígono. Es que los medios naturales de que nos valemos para representar por medio de un dibujo aquella forma, que sabemos en el espacio o que elaboramos en nuestra mente, no son perfectos, como lo son los conceptos teóricos que sirven para definirla.

De acuerdo, pues, en que las imperfecciones existen. Pero ¿cómo evitarlas en lo posible?

La cuestión es importante, ya que la inexactitud en el dibujo desvaloriza al delineante. Veamos si podemos resumir en unas pocas líneas lo que la práctica nos ha enseñado respecto a la falta de exactitud y sus causas.

En primer lugar nos referiremos a la *suma de errores*. Volviendo al caso de la construcción de un pentágono, se comprende que si a cada operación que se realiza se comete (inconscientemente) un error (inconsciencia mucho más frecuente de lo que se puede pensar), al terminar todas las operaciones de construcción se habrán acumulado todos los errores, que si considerados independientes uno de otro pueden calificarse de despreciables, una vez sumados llegan a representar tal error que hace dudar de la efectividad del sistema empleado y, sobre todo, del valor profesional del delineante.

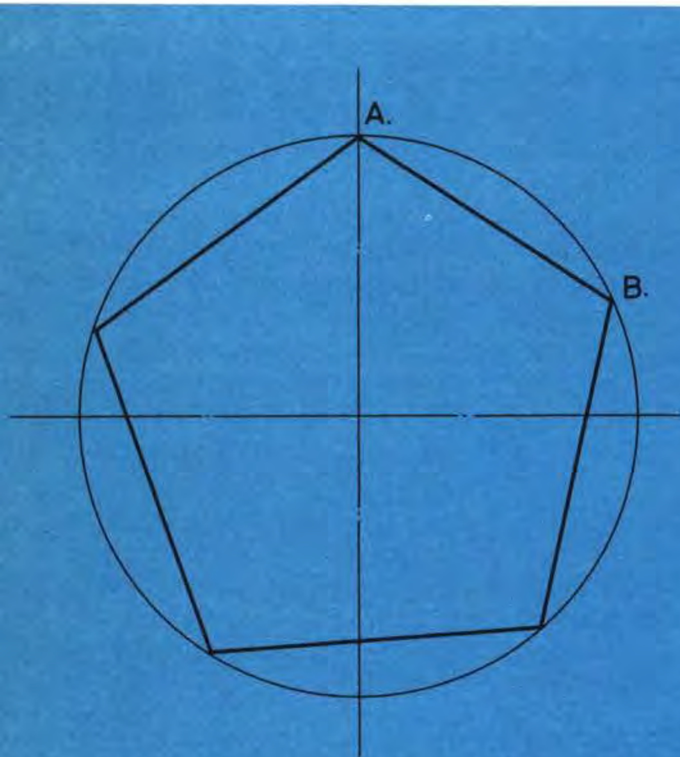
Estos errores, pequeños en su individualidad, pero importantes en su conjunto, pueden responder a muchas causas:

Algunas veces empiezan en una recta que no pasa exactamente por el punto previsto.

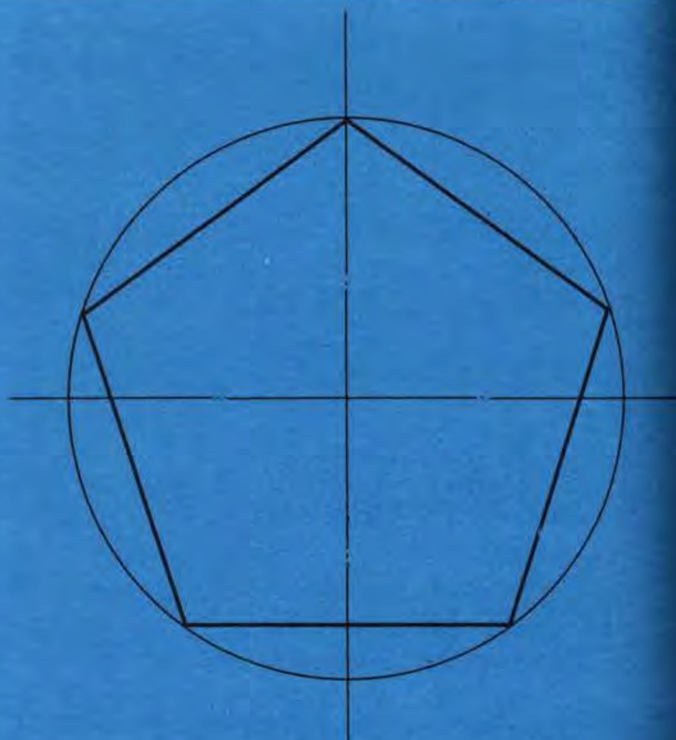
Otras veces, los trazos de intersección que sitúan un punto centro son tan gruesos que más que un punto determinan una zona en la que pueden concurrir muchos puntos distintos, en cada uno de los cuales (según el dibujo) será correcto centrar la punta seca del compás. Un punto no puede quedar confundido e indeterminado en una ancha zona.

Sigamos con el compás. A pesar de tener los puntos de centros perfectamente determinados, es posible —y en verdad ocurre muchas veces— que por falta de mayor atención la punta seca del compás no se encentra sobre el punto preciso, sino muy cerca de él. Este es uno de los errores que mayormente contribuyen a las inexactitudes de los malos dibujos. Despreocuparse por este detalle no contribuye a acelerar notablemente el proceso del dibujo; por contra, puede llegar a producir errores tan notables que fuercen a la repetición de una construcción entera, con la consiguiente pérdida de tiempo y no menor ganancia en mal humor.

Tener en cuenta estas tres causas de errores es el remedio seguro para conseguir la perfección de que hemos hablado al principio. Será un buen remedio, claro, siempre que los instrumentos empleados para dibujar respondan por su calidad y buena conservación a la precisión que les exigimos.



La acumulación de errores alcanza su máxima expresión en el lado A-B, último trazado.



La exactitud permite un trabajo perfecto.

EJERCICIOS PARA ADQUIRIR PRECISION

Piense en una cosa: el dibujo técnico, en lo que tiene de geométrico, se reduce en última instancia al trazado de rectas y curvas. Por lo tanto, dibujar con precisión consiste en trazar rectas precisas y curvas precisas; lápiz, regla y compás encierran el secreto de la precisión.

Si usted, pues, es capaz de unir dos puntos con una recta, pero de tal modo que los puntos se aproximen hasta el máximo a lo que definimos como punto geométrico y que la recta pase exactamente por ellos, tendrá recorrida la mitad del camino hacia la precisión total.

Eso parece fácil, ¿no?... ¡Pues vamos a probarlo!

Un sencillísimo y eficiente ejercicio para conseguir dibujos de precisión —en el supuesto

de que ya se consiguen líneas finas gracias a un perfecto afilado del lápiz— consiste en trazar intersecciones de rectas y unir dos de estas intersecciones por medio de una recta.

Pero ¡cuidado! Trace las intersecciones con regla, no a pulso, y trate de conseguir que la recta *pise* exactamente el punto de intersección. Repita muchas veces el mismo ejercicio; y cuando empiece a sentirse satisfecho por la precisión alcanzada, tome una lupa y compruebe si ha conseguido un trazado absolutamente preciso. Es muy posible que ya no le parezca justificada su satisfacción.

Cuando los trazos de lápiz tengan la precisión deseada, repáselos a tinta, con línea muy fina ¡y exactamente por encima del lápiz! Exíjase mucha precisión y, como antes, compruebe con una lupa el resultado obtenido.

La segunda mitad del camino emprendido es la que debe recorrer con el compás.

La precisión de trazado con línea fina debe conseguirse también con el compás, con el cual, además de la regularidad y fidelidad en la línea, debe añadirse la justeza en el encentrado de la punta seca. Como puede suponer este detalle es de capital importancia en vistas a la precisión del dibujo. Ya hemos hablado de ello y sólo cabe añadir una prueba definitiva: el trazado de un hexágono regular. La constitución de este polígono, que es, en teoría, la más simple, en la práctica resulta una de las más comprometidas, precisamente porque su perfección depende de la precisión con que se haya manejado el compás. Son cinco veces de centrar el compás que pueden suponer otras cinco imperfecciones (recuerde la importancia de la suma de errores), tanto por falsas posiciones de la punta del compás como por variaciones en su abertura.



LA CORRECCION SOBRE LA MARCHA

Admitimos que se cometen errores y que se debe exigir al delineante un máximo de pulcritud y precisión. Además de esta pulcritud y de esta precisión que venimos defendiendo, existe otra posibilidad a tener en cuenta para conseguir una mayor perfección en nuestros dibujos.

Supongamos que al dibujar a lápiz se han cometido errores, y que —sobre la marcha— los hemos rectificado repartiéndolos hacia las diversas partes del dibujo. Este es un caso frecuente al dividir espacios por medio de paralelas equidistantes. Un espacio demasiado ancho puede *ganarse* corriendo los demás en una distancia prácticamente imperceptible. Este dibujo ya no presentará ningún error visible una vez pasado a tinta; será aparentemente perfecto.

Es decir: las inexactitudes de los dibujos pueden hacerse desaparecer cuando se conoce a fondo lo que se dibuja y puede juzgarse en el momento oportuno si vale la pena mover algunas líneas, desplazándolas del punto por el que en principio se había calculado hacerlas pasar. A veces, sólo ganando medio grosor de líneas y repitiendo la operación en varias de ellas se consigue que desaparezcan espacios sobrantes; o, por lo contrario, se consigue mayor espacio donde conviene ampliar una superficie, todo ello sin que se altere el aspecto general del dibujo.

Pero ¡cuidado con las falsas interpretaciones! Una cosa es tratar de modificar en algo los dibujos y otra es la exactitud en las cifras de cotas. Con ellas no hay trucos que valgan.

Precisamente se trata de contrarrestar los errores de construcción geométrica con el fin de adaptarse a las cotas con mayor exactitud.

El croquis en los trabajos de arquitectura.



LA CROQUIZACION EN ARQUITECTURA

He aquí un trabajo práctico que, seguramente, en nuestra vida profesional tendremos que atender en más de una ocasión. No todo, como puede usted comprender, se realiza tras la mesa de dibujo. Existen multitud de quehaceres que exigen nuestra presencia en otros lugares, preferentemente en el terreno o lugar de la edificación.

Como usted sabe, damos el nombre de croquis al diseño realizado a mano alzada y a ojo, sin valernos, por tanto, de instrumentos de dibujo, excepción hecha, naturalmente, del lápiz y el papel. El croquis es, pues, un trabajo sencillo de tanteo u orientación hecho a pulso y cuya finalidad es darnos una idea aproximada de la forma de aquello que tratamos de reproducir, permitiéndonos anotar las medidas o cotas necesarias para después, sobre un plano, volver a representarlo pero ya a una escala determinada y valiéndonos del auxilio de los instrumentos de dibujo que sean menester.

Muy frecuentemente se presenta en arquitectura la necesidad de tener que diseñar el plano de una edificación ya levantada, sea para añadirle más pisos, para construir una nueva ala o simplemente para modificar su distribución interior.

Es muy posible que podamos disponer de los planos primitivos que sirvieron para realizar la construcción, en cuyo caso no existe problema, puesto que nos limitaremos a copiar la planta que nos interese introduciendo las modificaciones propuestas. Pero no siempre podremos disponer de estos planos, y entonces no nos queda otro remedio que reproducir la forma y tomar las medidas del natural, es decir, de la propia edificación. En otras palabras, sacaremos un croquis desde el mismo lugar en que radique.

Es obvio que estas medidas debemos anotarlas de manera que luego sepamos lo que representa cada una y a que pórción de edificio pertenece, cosa que a primera vista parece muy sencillo pero que luego, la práctica nos enseña que no lo es, a menos que tengamos una idea clara de como proceder.

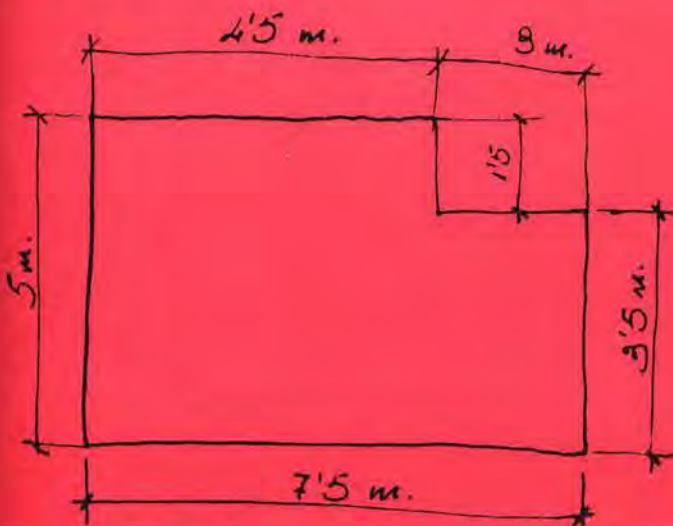
Por esta razón, nuestro croquis debe abarcar el conjunto de la construcción, debiendo ser lo bastante amplio en tamaño y en detalle a fin de que en él nos quepan cómodamente todas las medidas que juzguemos imprescindibles.

Por lo demás, habrá de ser un esquema sin preocupaciones, tanto en las proporciones del dibujo como en la perfección de sus trazos. Se procurará, eso sí, mantener la forma proporcionada mediante un trazo lo más regular posible. Sin embargo, lo más importante es que sea explicativo, claro, y nos ayude, luego, a recordar cómodamente al representarlo sobre el plano a la escala elegida.

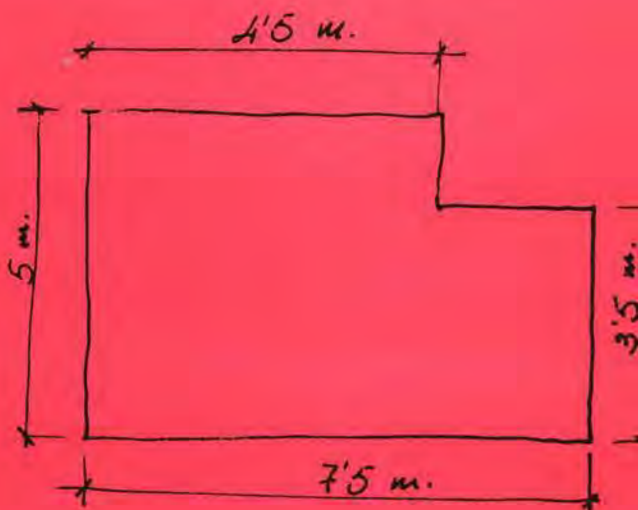
Nuestros útiles de trabajo para la realización del croquis pueden ser muy simples: un lápiz de mina blanda (sirve muy bien un HB, que viene a ser un intermedio entre el 2 y el 3), unas cuantas hojas tamaño folio, una carpeta o pequeño tablero que nos servirá de apoyo, un doble metro de taller y una cinta métrica de 10, 20 ó 50 metros.

Permítanos que le señalemos la necesidad de ir provisto de ese doble metro de taller, además de la cinta métrica, pues muchas veces nos veremos precisados a medir alturas de ventanas, puertas, techos, etc., y ese instrumento que, como usted sabe, es extensible, tiene la particularidad de poder mantenerse rígido (si no está demasiado gastado), lo que permite elevar una punta hasta la altura deseada sujetándola por la otra.

Como norma fundamental no tomaremos más medidas que aquellas que sean absolutamente necesarias; en primer lugar, para evitar pérdidas de tiempo y, en segundo lugar, para conservar el croquis lo más claro posible; lo que luego redundará en nuestro propio beneficio al pasarlo a escala. De todos modos, no hemos de perder de vista que la falta de una cota puede ocasionarnos un serio contratiempo, hasta el punto de obligarnos a un nuevo desplazamiento que, en ocasiones, puede ser oneroso si éste es largo. Por tanto, nos cercioraremos bien de que no falta nada antes de dar el croquis por concluido. Nada mejor, para ello, que un buen repaso de todos nuestros apuntes.



Ejemplo de croquis con exceso de cotas

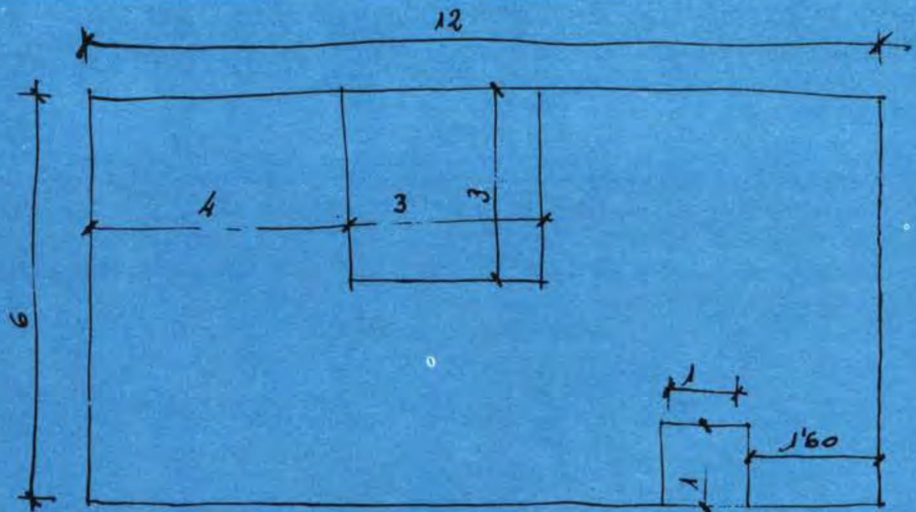


Ejemplo correcto

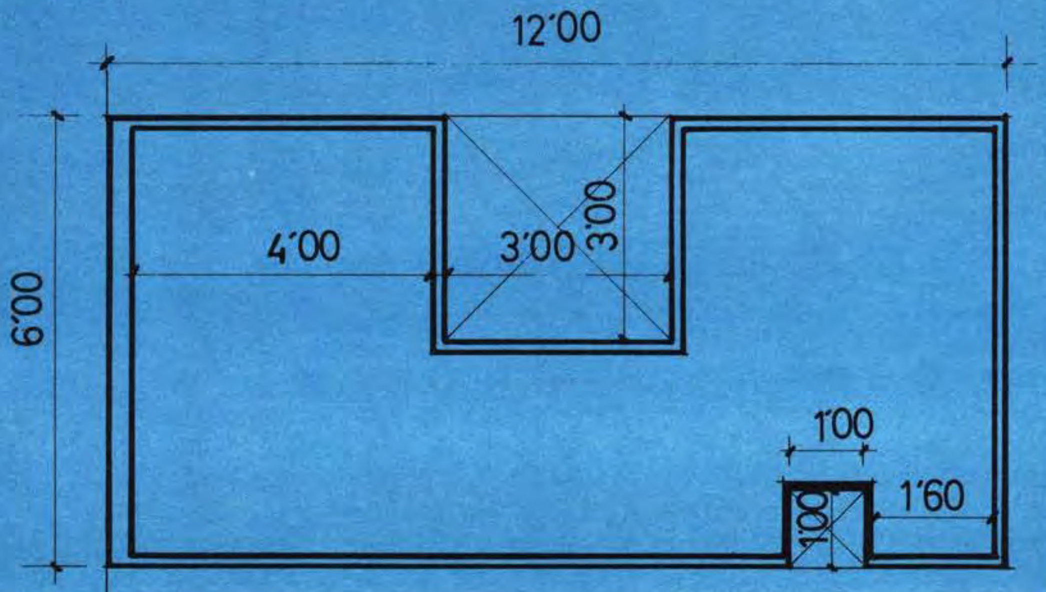
MODO DE PROCEDER. Situados ya al pie de la obra, la primera operación que hemos de llevar a cabo es hacer un dibujo del contorno, anotando las medidas o cotas exteriores. Si el edificio está aislado, es decir, no existe ninguna otra construcción circundante, esta primera medición es sencilla, pero si linda con otras lo más seguro es que no podamos tomar más medida que la de la fachada, siéndonos además imposible conocer su configuración general. No obstante, esto tiene una solución práctica: subir a la azotea o cubierta, siempre, claro está, que sea lo suficientemente plana para poder andar con soltura por ella.

Una vez hayamos tomado el contorno general, dedicaremos nuestra atención a los patios o patinejos interiores. Las medidas las efectuaremos siempre teniendo en cuenta sólo la parte útil, es decir, excluyendo los espesores de muros y tabiques. Es una norma que debemos imponernos desde el primer momento, a fin de evitar posibles errores a la hora de trasladarlas al plano.

Supongamos que medimos un patio interior desde la azotea. Si lo hacemos de la forma antedicha, limitándonos en este caso al hueco del mismo, nos dará una lectura, pero si lo tomamos por fuera, esto es, incluyendo sus propias paredes laterales que, lógicamente, sobresaldrán por encima del suelo de la azotea, formando prácticamente una baranda, nos dará otra lectura. Si por el primer procedimiento —que es el que debemos de adoptar— nos da, por ejemplo, una lectura de 3 metros, es seguro que por el segundo llegará a 3,30 m.



En el croquis no se han señalado los espesores de muros ni medianeras, de acuerdo con la norma que nos hemos fijado.



Después de haber confeccionado el contorno de la edificación y situados los patios y patinejos, haremos lo propio con la puerta de entrada, ya que constituye un excelente punto de referencia, del cual partiremos para ir dibujando el resto de la distribución interior.

En las edificaciones antiguas las medidas correspondientes a espesores de muros, paredes y tabiques eran muy desiguales. Por esta causa, ante un caso de estos, si observamos que dichos espesores difieren mucho de los normales, deberemos anotarlos en el croquis. De otro modo, nos atendremos a los que señalan la moderna construcción, o sea:

Muros frontales y fachadas	30 cm.
Paredes laterales y de patios	15 »
Patinejos (patio de ventilación)	10 »
Tabiques	5 »

No contamos el espesor del revestimiento, puesto que raramente tiene importancia en los planos realizados a la escala 1:50 que es la acostumbrada en este tipo de trabajos.

Sabiendo, pues, que estas medidas siempre son fijas, salvo la excepción reseñada anteriormente, nos abstendremos de indicar esas medidas en el croquis, puesto que, por sabidas, no hacen falta.

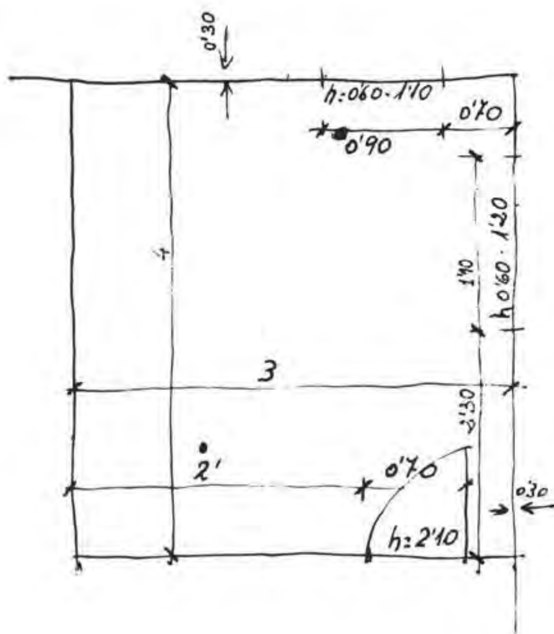
En habitaciones cuadradas o rectangulares el problema, por lo que se refiere a sus medidas generales, se reduce a consignar dos cotas: el largo y ancho.

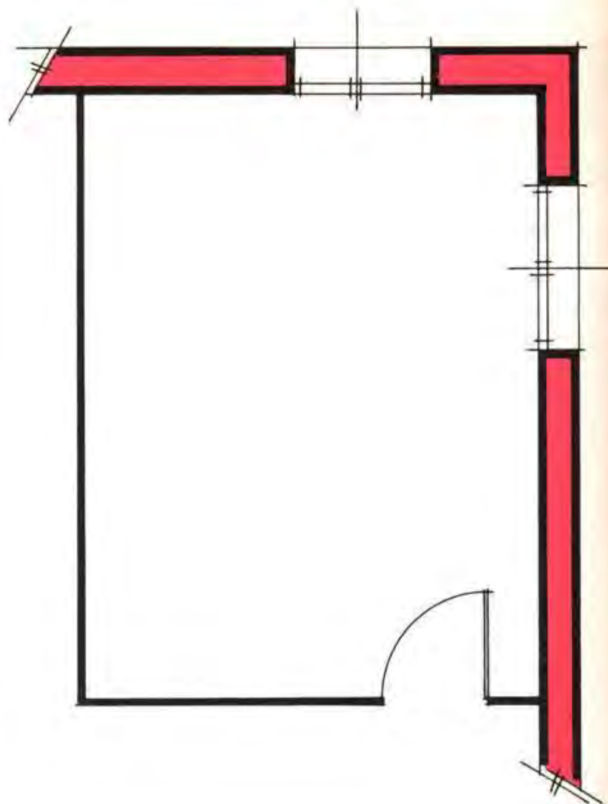
Sin embargo, no debemos olvidar que, independientemente de la forma de la habitación, existen otros detalles que no podemos pasar por alto, tales como la puerta, que indefectiblemente tiene que existir, y por regla general una o dos ventanas, balcón, etc.

Por lo que hace referencia a la puerta, debemos de señalar su posición mediante la cota pertinente, evitando el poner cotas innecesarias. Hemos de indicar, asimismo, la altura de la misma, puesto que es evidente que no habrá de llegar hasta el techo.

La nota general que existe para hacer estas anotaciones con la claridad exigida es colocar una letra h delante de la medida que se refiere a la altura, distinguiéndola así sin ninguna dificultad de las otras medidas.

Para las ventanas seguiremos la misma tónica, señalaremos mediante las cotas pertinentes su ubicación e indicaremos su altura haciendo preceder su medida de la consabida letra h. Pero aquí, sin embargo, hemos de tener en cuenta que precisamos dos cotas; una que nos señalará la distancia del suelo al borde inferior de la ventana, y que anotaremos a continuación de la letra, y otra que nos indicará la distancia que media entre el borde inferior y el borde superior de la misma. Esta segunda medida la pondremos a continuación de la anterior y separada de ella por un guión. De esta suerte, con muy pocas indicaciones podemos confeccionar un croquis perfectamente inteligible y claro y, lo que es más importante, sin cotas ni indicaciones que luego pueden traernos confusionismos. Una anotación colocada en el lugar donde señalamos una puerta y que reza $h = 2{,}10$ será fácilmente identificada como la altura de dicha puerta. Del mismo modo, la inscripción $h = 0{,}60 — 1{,}10$ nos dirá claramente que corresponde a una ventana cuya altura del suelo es de 0,60 metros, que su abertura, de arriba





abajo, es de 1,10 metros y, por tanto llegará hasta 1,70 metros del suelo (0,60 + 1,10). Todas las demás medidas, o sea, las no precedidas de la letra *h*, se refieren a medidas de longitud, esto es, las tomadas horizontalmente.

Compruebe en el diseño cuanto acabamos de decir. A la izquierda representamos el croquis de una supuesta habitación, con sus medidas generales, las de referencia que señalan la ubicación de puertas y ventanas y las precedidas por la letra *h* para indicar las alturas. Vea, por ejemplo, las dos medidas de longitud referentes a cualquiera de las ventanas; una, indicativa de su distancia a la pared lateral y otra que señala la anchura de la propia ventana. Y entre sus trazos, las indicaciones de alturas.

Observe, asimismo, que los dos muros que limitan las habitaciones llevan la cota de 0,30. En esta ocasión se ha indicado esta medida no para saber cual es su espesor, puesto que tiene la medida normal, sino como dato discriminatorio de las otras dos paredes que son tabiques.

Por último, a la derecha, el resultado de los datos aportados por el croquis, es decir, el plano definitivo de la habitación.

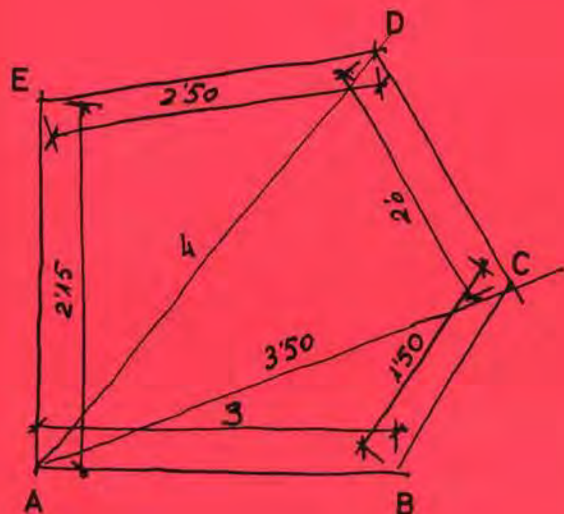
MEDICIÓN DE HABITACIONES NO RECTANGULARES. No siempre las habitaciones forman un cuadrado o rectángulo. Las hay de muy diferentes formas poligonales que dificultan enormemente la medición, ya que nos

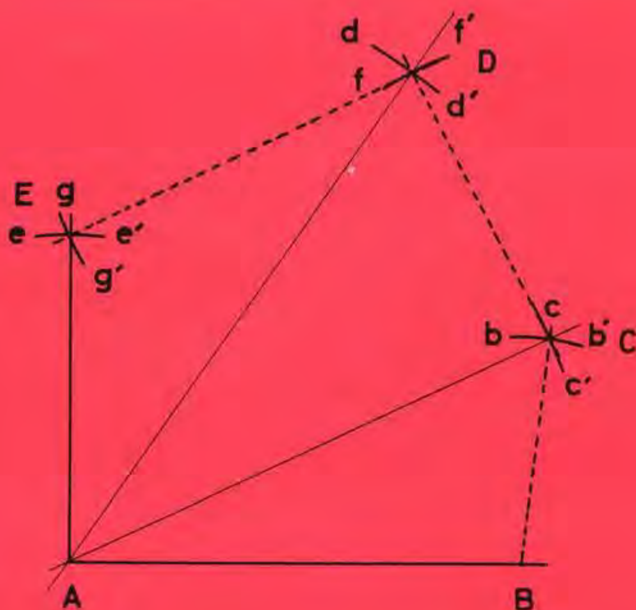
resulta imposible determinar los ángulos, por cuya causa carecemos de los necesarios puntos de referencia.

Este aparente rompecabezas tiene, sin embargo, una solución muy simple.

Todo consiste en recurrir al procedimiento de las medidas en diagonal. Para ello, partiendo de un ángulo cualquiera, tomaremos la longitud de todas sus diagonales, así como las correspondientes al contorno o perímetro del polígono. Luego, con la ayuda del compás, encontraremos los puntos exactos de intersección.

Vea a continuación un ejemplo gráfico.





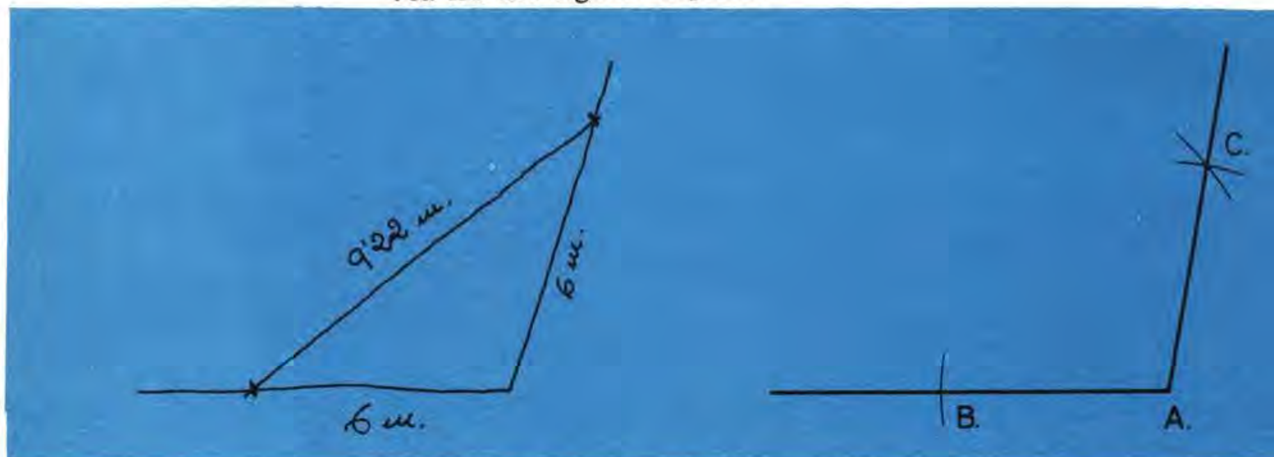
Sea una habitación de forma de pentágono irregular. Nosotros, como de costumbre, dibujaremos el croquis (figura de la izquierda), tomando las cotas de sus paredes (que constituyen el perímetro del polígono) y las de sus dos diagonales A-C y A-D.

Con estos datos podemos ya confeccionar el plano, procediendo de la siguiente manera:

Desde el punto A (figura de la derecha) trazamos una recta cualquiera que representará la pared A-B, y desde el susodicho punto A señalaremos con el compás y de acuerdo con las medidas respectivas el punto B - cota de 3 metros (en nuestro dibujo 6 cm. - escala 1:50); el arco c-c de cota 3,50 m.; el arco d-d de cota 4 m. y el punto E de cota 2,15 m. Luego, desde el punto B hallado, el arco b-b de cota 1,50, cuya intersección con el arco c-c nos indicará el punto C. Del mismo modo, desde el punto C trazaremos el arco f-f de cota 2 m. y desde el punto D el arco g-g, con lo que habremos completado todos los puntos buscados, o sean, los B, C, D y E., que son ni más ni menos que los vértices de los ángulos de la habitación.

Algunas veces, en especial cuando se trata de medir terrenos o naves de gran tamaño, la cinta métrica no es suficientemente larga para abarcar las diagonales de una sola medición. En estos casos se recurre a un sistema de triangulación que nos permite conocer la abertura del ángulo que forman las paredes.

Vea las dos figuras adjuntas:

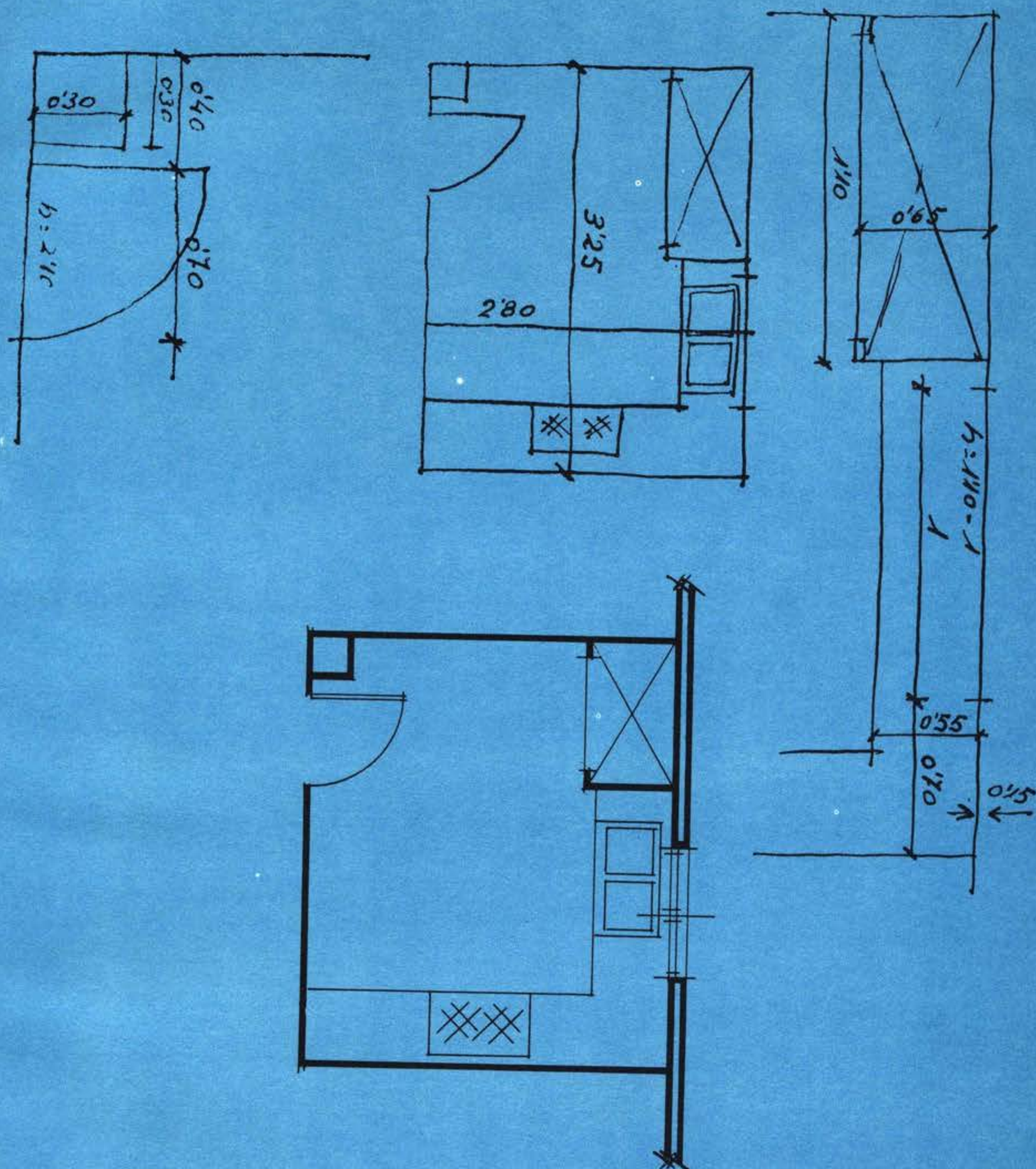


Desde el vértice del ángulo A tomamos una medida cualquiera (en nuestro ejemplo es de 6 m.), cuanto más larga mejor, ya que se reduce el margen de error, y la señalamos sobre cada una de las paredes. A continuación tomaremos la distancia entre dichos puntos, o sea, la hipotenusa del triángulo A B C que habremos formado. Mediremos, asimismo, la longitud de las paredes (de una o más veces) y lo trasladaremos todo al croquis, para después hacer lo propio sobre el plano (figura de la derecha) con lo que quedará el problema resuelto, o sea, la longitud de dichas paredes reproducidas a la escala elegida y la abertura del ángulo que forman gracias a la triangulación llevada a cabo, y valiéndonos de los puntos de intersección que nos darán los arcos que tracemos con el compás.

ANOTACIONES COMPLEMENTARIAS. Hay dibujos que precisan la inclusión de un número elevado de cotas, las cuales, si las colocamos todas en un mismo croquis, puede dar lugar a que éste aparezca confuso. Nada nos impide en estos casos hacer, fuera del dibujo general, un nuevo croquis con los detalles pertinentes y, si es necesario, en un diseño más amplio, a fin de permitir todas las medidas tomadas cada una en su justo lugar.

En los dibujos de la cocina inserto en la página siguiente tiene un ejemplo de lo dicho. Se han sacado, aparte del croquis general, detalles ampliados de armario, ventana, pilar y puerta, lo que nos ha permitido reflejar fielmente todos los elementos importantes de esta dependencia.

Deberemos siempre saber de antemano que fin se persigue al levantar el plano para dedicar una mayor atención a los detalles que más puedan interesar. Por ejemplo, si se trata de levantar más pisos sobre una edificación ya existente, nuestra atención preferente será la situación de muros, paredes laterales, patios y crujías, puesto que sobre ellas deberá asentarse la futura edificación. En cambio, si se trata de un plano para valorar una finca, realizar un derribo, modificar una distribución interna, tendremos en cuenta todo aquello que puede ser valorado y aprovechado, tales como los alicatados (revestimientos de azulejos) que puedan existir en cocinas, baños, aseos, etc., indicando su



altura. Este tipo de anotaciones lo haremos en un claro del dibujo, dentro de la pieza en cuestión. Ejemplo: ALICATADO $h = 2{,}10$, querrá decir que el revestimiento alcanza una altura de 2,10 metros. En los casos de derribo, las indicaciones como ésta tienen su importancia, pues facilitamos la labor del técnico encargado de la valoración de las nuevas obras.


Traslatio
Sedis


SALVADOR
FERNANDEZ


NICE
GIRL
Carlos




Traslatio Sedis
EXPOSICIÓN
CONMEMORATIVA
750 ANIVERSARIO
CATEDRAL DE CÁDIZ
JUN-DIC 2018
COMMEMORATIVE
EXHIBITION
750 ANNIVERSARY
CADIZ CATHEDRAL
JUN-DEC 2018


JPBC


















1812
CONSTITVCION










A LAS
CORTES DE CADIZ
1812—1912
CONGREGACION DEL ORATORIO
COLEGIO DE SAN FELIPE NERI








Nodalia
ALARMA


Imaginarium
Imaginarium
Imaginarium
friends!










J. T. Mañez








EPTO
AJES


NUMERO 9 DUPLICADO.


Coca-Cola

